

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Компания «Артлайф» г. Томск
НОЦ мирового уровня «Кузбасс-Донбасс»

МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКИЕ И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Материалы V Международной
научно-практической конференции**

КЕМЕРОВО

30 мая 2025 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Компания «Артлайф» г. Томск
НОЦ мирового уровня «Кузбасс-Донбасс»

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И
НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**
Материалы V Международной
научно-практической конференции

Кемерово
30 мая 2025 г

УДК [613.2+613.9](082)

ББК 51.230я43

М 422

Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий: материалы V Международной научно-практической конференции (Кемерово, 30 мая 2025 г.) / отв. ред. В. М. Позняковский, Е. М. Мальцева. – Кемерово: КемГМУ, 2025. – 300 с. - ISBN 978-5-8151-0352-8

В сборнике представлены материалы V Международной научно-практической конференции, состоявшейся 30 мая 2025 г в Кемеровском государственном медицинском университете. Участники конференции ученые, преподаватели, аспиранты и студенты вузов России и стран зарубежья, научные разработки которых посвящены актуальным проблемам и перспективам развития нутрициологии, биотехнологии и биофармацевтики.

Редакционная коллегия выпуска:

доцент, д.м.н. Т.В. Пьянзова (г. Кемерово)
проф., д.б.н. В.М. Позняковский (г. Кемерово)
проф., д.т.н. А.Н. Австриевских (г. Томск)
к.т.н. А.А. Вековцев (г. Томск)
доцент., д.м.н. Леванова Л.А. (г. Кемерово)
доцент к.м.н. Попкова Л.В. (г. Кемерово)
доцент, к. фарм. н. Е.М. Мальцева (г. Кемерово)
доцент, к.м.н. Власова О.П. (г. Кемерово)
доцент, к.м.н. Ситникова Е.М. (г. Кемерово)
к.м.н. Т.В. Иванова (г. Кемерово)

Отв. секретарь: доцент, д.т.н. Котова Т.В. (г. Кемерово)

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-8151-0352-8

© ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
медицинский университет» Минздрава России, 2025



*Руководитель научно-образовательного центра
«Прикладная биотехнология и нутрициология»,
профессор кафедры гигиены Кемеровского государственного
медицинского университета,
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук, профессор
Позняковский Валерий Михайлович*

Кемеровский государственный медицинский университет- один из ведущих медицинских ВУЗов России, обладающий достойной историей и нацеленный на дальнейшие результаты в учебной и научной деятельности.

Одним из приоритетных направлений в работе университета является сотрудничество с индустриальными партнерами, в том числе компанией «Арт Лайф» - лидером в изготовлении продуктов здорового питания, в том числе биотехнологического профиля. Компания обладает современной производственной базой, необходимой для апробации и массового производства инновационных продуктов с заданными функциональными свойствами.

Мы надеемся, что научный потенциал профессорско-преподавательского состава университета и сотрудников компании «Арт Лайф» принесет ощутимые результаты в развитии новых здоровьесберегающих технологий в Кузбасском регионе и поиске талантов молодых одаренных исследователей.



*Генеральный директор компании
«Артлайф»,
доктор технических наук, профессор
Австриевских Александр Николаевич*

Основное направление деятельности компании «АртЛайф» - разработка специализированных продуктов, в том числе биологически активных добавок, для профилактики и комплексного лечения распространенных заболеваний. Перспективным направлением является производство продуктов здорового питания массового потребления, в том числе с использованием современной биотехнологии.

Компания имеет 400 филиалов в стране и 25 представительств в разных странах мира. «АртЛайф» уверенно движется вперед, опираясь на мощный интеллектуальный потенциал и тесное сотрудничество с научно-исследовательскими учреждениями и учебными заведениями, используя новейшие технологии фармацевтической и биотехнологической промышленности.

С Кемеровским государственным медицинским университетом заключен договор о научном сотрудничестве, и мы надеемся, что совместными усилиями будут разработаны новые здоровьесберегающие технологии, направленные на персонализированное питание и превентивную медицину.

Компания «АртЛайф» предоставляет свою научно-производственную базу для студентов, аспирантов и докторантов для выполнения любых амбициозных проектов, воплощения смелых идей в своем научно-исследовательском секторе.

Для нас большая честь выйти с университетом на новый путь сотрудничества и перейти на следующий образовательный и научный уровень.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И НУТРИЦИОЛОГИЯ

АБРАМОВ Н. В., ЗИНЧУК С.Ф., ХОРОШИЛОВА О.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОТНОШЕНИИ ЙОДОДЕФИЦИТА НА УРОВНЕ РЕГИОНА	15
АЛЕКСАНДРОВА Д.Р., ТЕМНИКОВА О.Е. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА МАТЬ- И-МАЧЕХИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	18
АЛИЗОДА Ш.Р., КОДИРОВА Г.С., МУХИДИНОВ З.К., MOU SHUYONG КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛАВАНДЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА	22
БАЛБАТУН О.А., ЖИБУРТ К.В. ВЛИЯНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ СОЛИ И САХАРА НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ И АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА	27
БАРУТА С.А., БОГДАНОВА Н.В. АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ КЫСТ-АЛЬ-ХИНДИ В ОТНОШЕНИИ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР	30
БЕРЕСЛАВЕЦ Е.А., СЕРГУН В.П., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. БИОКОМПЛЕКС НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ	34
ВЕГЕРО Ю.И., ГРУДЬКО Е.А., СОКОЛОВА П.С. РОЛЬ ПИТАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СТРЕССОМ	37
ДОРОФЕЕВА Е.С., СКВОРЦОВА Р.Ю. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	41

ДУШЕЧКИНА Н.А. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭРГНОМИЧНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОРОСТКОВ СЕМЕННЫХ КУЛЬТУР	45
ЕНОКТАЕВА О.В., НИКОЛЕНКО М.В., ДЖАБРАИЛОВ А.А. ОГЛЫ, БОТОВ А.С., СИВКОВА Д.С. ДИЕТОТЕРАПИЯ ПРИ ЭРОЗИВНО-ЯЗВЕННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА АССОЦИИРОВАННЫХ С CANDIDA SP.	52
КАРАБАЕВ В.Е., ВАРНИКОВА О.Р., ФИЛОСΟΦОВА М.С. АКТИВНАЯ ИММУНИЗАЦИЯ КАК ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ	55
КУШНЕРЁВА А.А., КОЖУХОВА М.А., КОВТУН Е.С. НИЗКОКАЛОРИЙНЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ СОУСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	58
МАЛЫГИНА В.Д., БАЛДИНА А.Е. ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ РЕЦЕПТУР ПРОТЕИНОВЫХ БАТОНЧИКОВ	63
МАХИЯНОВА А.А., ШВЕДОВА Н.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФЕРМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ	67
МОКШИНА В.Р., БАХТИЕВА М.А., НАУМОВА Е.В. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	71
ОРЕХОВ С.Д., ДОРОХИНА Л.В., ШЕВЧУК И.М., ОКУЛЕВИЧ А.А. ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	75
ПОПКОВА Л.В., ВЛАСОВА О.П., СИТНИКОВА Е.М., САПАЕВ Н.С., ЧЕЛЫШКОВ А.Н. МИКРОБИОМ-ОПОСРЕДОВАННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОСИ «КИШЕЧНИК-МОЗГ» У ДОШКОЛЬНИКОВ	80

РАХИМОВ Р.Р., ГАРЕЕВ Р.Ф. НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ ВИРУСНЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЯХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	85
РУСАНОВА Е.И. СУБЛИМАЦИЯ МИКОПРОТЕИНА КАК МЕТОД СОХРАНЕНИЯ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ	88
САННИКОВ М.В., СМIRНОВ И.С., ФИЛОЗОП В.С. КРИОКОНСЕРВАЦИЯ ЙОГУРТОВОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНСОРЦИУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЧЕТАНИЙ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА И САХАРОЗЫ	93
СИГАРЕВА А.С., БАРЫШЕВА Е.В., НЕНАШЕВ Д.С., БАРЫШЕВ М.Г. МОДИФИКАЦИЯ ИЗОТОПНОГО D/H СОСТАВА ПИТЬЕВОГО РАЦИОНА ВЛИЯЕТ НА ПРООКСИДАНТНО- АНТИОКСИДАНТНЫЙ БАЛАНС ГОЛОВНОГО МОЗГА	97
СМIRНОВ И.С., САННИКОВ М.В., ВОЛОДАРСКИЙ М.О. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРИОЗАЩИТЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНСОРЦИУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КРИОПРОТЕКТОРОВ	102
СУЛТОНОВА П.М., КОДИРОВА Г., УСМАНОВА С.Р. ВЫДЕЛЕНИЕ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА (<i>ROSA SPP.</i>), СОБРАННЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ	105
ТУБОЛЬЦЕВА А.С., ВЕКОВЦЕВ А.А. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ С САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯМИ ДЛЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ	109
ТУРОВА М.А., НАЗАРОВА И.А. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ЗДОРОВЬЕ, ПРОФИЛАКТИКУ И ЛЕЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	112
ТЮРИНА Д. В., НАЗАРЬКО М. Д. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВОЙ РОЛИ МАЛАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ВИНА	116

ФЁДОРОВА Р.А., ВАСИЛЕНКО Э.Е. 121
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕМЯН ЧИА НА КАЧЕСТВО
АДЫГЕЙСКОГО СЫРА ИЗ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА**

ФЁДОРОВА Р.А., АНАНЬЕВА А.В. 125
**РАЗРАБОТКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА**

ШКИЛЬ В.Д., РОЖДЕСТВЕНСКАЯ Л.Н. 130
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКУРЕНТНОГО РЕЙТИНГА И ПРОВЕДЕНИЕ
ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФРУКТОВЫХ ЛИСТОВЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ**

ЮН И.Р., КОКШАРОВА А.Р., ГОРИНА Е.А., БАБЕНКО А.Ю., 135
ГАЛИМОВА А.Р., ЗЕЛИКИНА Д.В., МАРТИРОСОВА Е.И.,
СЕМЕНОВА М.Г.
**ГИДРОГЕЛЕВЫЕ ЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОМЕТАКСИЛИРОВАННОГО ПЕКТИНА ДЛЯ ДОСТАВКИ
НУТРИЦЕВТИКОВ**

СЕКЦИЯ 2. МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОФАРМАЦЕВТИКА

АКБАЕВ Р.М., ФИЛКОВ П.В. 141
**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНСЕКТОАКАРИЦИДНОГО СПРЕЯ (АДВ ПЕРМЕТРИН) ИЗ
ГРУППЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИРЕТРОИДОВ В ОТНОШЕНИИ
ВОЛОСОВИКОВ СОБАК (INSECTA: PHTHIRAPTERA:
TRICHODESTIDAE) В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

АХПАШЕВА А.Ю., ЕГОРОВА И.Н., ЕГОРОВА Н.О. 144
**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФЕНИЛПРОПАНОИОВ В ТРАВЕ
ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В КузБС**

БЕСПАЛОВ Д.С., ЕГОРОВ Д.М. 148
**ГЕЛЕОБРАЗНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ СТЕБЛЕЙ БОРЩЕВИКА
СОСНОВСКОГО**

BUI B. T., NGUYEN T. T. T., LE N. N. P., DAU B. T. 152
**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM
SCHISANDRA PERULATA FRUITS**

VO N. T. T., NGUYEN T. N. T., BUI L. K. T., NGUYEN T. D., BUI B. T. ACUTE ORAL TOXICITY EVALUATION OF OCTENYL SUCCINIC ANHYDRIDE-MODIFIED CASSAVA STARCH IN SWISS ALBINO MICE	156
ВОЛЧКОВА А.О., ШИКОВА А.И. СРАВНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ КЛОПИДОГРЕЛА И ТИКАГРЕЛОРА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЁСШИХ ПЕРВИЧНОЕ ЧРЕСКОЖНОЕ КОРОНАРНОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО	160
ГЛАДКИЙ М. Л., ХАЛЬКО С. А. ТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ АМИКАЦИНА И МЕТОДЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ	164
ДАНИЛИН А. Ю., СИЛИВОНЧИК Н. В., ЧЕЩЕВИК В. Т. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИИ LASSO ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ТЕСТИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	168
ДРЕЕВА А.Е. СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСЕНСОРОВ В КЛИНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ	171
ЖАЙЛООБЕК КЫЗЫ М. ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА УРОВЕНЬ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ	174
ЗМУШКО А. С., ЖИЛЬЦОВА Ю. В. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ <i>LACTOBACILLUS SPP.</i>, <i>BIFIDOBACTERIUM SPP.</i> К АНТИБИОТИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТАМ В УСЛОВИЯХ IN VITRO	180
КАРАБАНОВ С. Ю. РЕГУЛЯЦИЯ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АМИНОКИСЛОТАМИ: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НЕЙРОПРОТЕКЦИИ	183
КОВЯЗИНА Н. А., НИКОЛАЕВА А. М. БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ АППЛИКАЦИОННЫХ ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ БАКТЕРИОФАГОВ	186

НАУМОВА А.П., ЕГОРОВА Н.О., ЕГОРОВА И.Н. СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОБЕГАХ ЛАПЧАТКИ КУСТАРНИКОВОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ НА «АПТЕКАРСКОМ ОГОРОДЕ» КУЗБАССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА	190
НОВИКОВА М.А., ИСАЙКИНА Я.И., СТУПНИКОВА Т.В., ЛЯХ Е.Г., САВИЧ Ю.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗНЫХ ЧАСТЕЙ ПОСЛЕРОДОВОЙ ПЛАЦЕНТЫ, ПРОДУЦИРОВАТЬ ФАКТОРЫ, СТИМУЛИРУЮЩИЕ ПРОЛИФЕРАЦИЮ И ДИФФЕРЕНЦИРОВКУ ГСК	195
ПЕТРОВА П. В, ПЕТРОВА А. С. ТЕРАПИЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОЙ РНК: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ	200
ПРОСЕКОВА А.С, ГЕРАНИНА Е. В, СУСЛЯНОК Г.М. ЛЕВАН – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БИОПОЛИМЕР: ПРИМЕНЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ	204
ПРОКАШКО И. Ю., БОРЦОВ В.Р., ГЛЕМШИНА С. Д., СТОЯНОВ В.С., ФЕДОРОВА Д.Н., ЩЕГЛОВА А.В. РУТИННАЯ КОРОНАРОГРАФИЯ ПЕРЕД КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРАКТОМИЕЙ: ТРЕХЛЕТНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	208
РАССОМАХИН М.В., КОНЕВ В.Е., КОКОРИНА П.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ДЕРЕЦЕПЦИИ МЕЖПОЗВОНОЧНОГО ДИСКА В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	213
РЫБЧИНСКАЯ Э.Е., СОРОКИНА У. Е. РАЗРАБОТКА КРИОПРОТЕКТОРА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КЛЕТОК IN VITRO	216
САВИЧ Ю.В., ИСАЙКИНА Я.И., ЛЯХ Е.Г., НОВИКОВА М.А., ЖЕРНОСЕЧЕНКО А.А. ПЕРВИЧНАЯ КУЛЬТУРА МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ИЗ ЭКСПЛАНТОВ ПЛАЦЕНТЫ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ	218

СЕРГУН В.П., АГЕЕНКО Д.Д., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. 222
**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ГЛУТАТИОНА
ЭРИТРОЦИТОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ
АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ**

СУХОВА А.И., АЛЕКСАНДРОВА Н.М. 228
**ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *PICHA
PASTORIS* ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ:
СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗА
РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ**

СУЧКОВА К.М., АРСЕНИЕВ Н.А., НОВИКОВА Е.К., 231
НАУМОВА Е.В.
**АНАЛИЗ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ ИЗ ОДУВАНЧИКА (*TARAXACUM OFFICINALE*) НА
КОНЦЕНТРАЦИЮ МЕДИНА В КЛЕТКАХ СОСУДИСТОЙ
СИСТЕМЫ**

УЁКПЕЙИ ОГХЕНЕМАРО ЭММАНУЭЛЬ, ФЕЛИКС АНГЕЛ ЧИСОМ, 235
КОВАЛЬ А.Н.
**ДИСФУНКЦИЯ МИТОХОНДРИЙ И G-КВАДРУПЛЕКСЫ ПРИ
ХРОНИЧЕСКИХ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: НОВЫЕ
ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МИШЕНИ И ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ НА
ОСНОВЕ РАСТЕНИЙ**

УРУНБАЕВА М.Н. 239
**СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О КЛИНИКО-
ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ АУТОИММУННОГО
ТИРЕОИДИТА**

СЕКЦИЯ 3. КЛЕТОЧНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

ВОЛЧКОВА А.О., ШИКОВА А.И. 243
ГЕННОИНЖЕНЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

ИСАЙКИНА Я.И., ЛЯХ Е.Г., МАЛЬЦЕВА С. В., РУСАКОВИЧ Е. Ю., 246
ЦЕХАНОВИЧ Д. А., САВИЧ Ю.В.,
**ПЛАЦЕНТА, КАК ИСТОЧНИК МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ КЛЕТОЧНОЙ ТЕРАПИИ**

ЛЕТОВ О.В. 252
ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

ЛЯХ Е.Г., ШИТИКОВА М.Г., НОВИКОВА М.А., ИСАЙКИНА Я.И. 254
**ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ПЛАЦЕНТЫ В
ИММУНОСУПРЕССИВНОЙ КЛЕТОЧНОЙ ТЕРАПИИ**

СЛЕСАРЕВА Т.А., ГРУЗДЕВА О.В. 260
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ
ОСТЕОГЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ В МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ ЖИРОВОЙ ТКАНИ
ЭПИКАРДИАЛЬНОЙ И ПОДКОЖНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ,
ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ
БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА**

***СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ, ПРОИЗВОДСТВО
ПРОБИОТИКОВ, ПРЕБИОТИКОВ, СИНБИОТИКОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ***

АСМУС М. Г. 266
**БИФИДОБАКТЕРИИ - ИСТОЧНИКИ ПРОДУКЦИИ
НЕЙРОАКТИВНОЙ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

ГАЛИМОВА А.Р, КЕРИМОВА Г.М., КОКШАРОВА А.Р, ЮН И.Р, 269
ВАРЬЯН И.А, РОМАНОВ Р.Р., ПАНОВА Ю.А.
**МИКРОКАПСУЛЯЦИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ
LACTOBACILLUS PLANTARUM ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

ЗАВГОРОДНЯЯ П. П., ГУБАРЕВА Е. А., СЛИПЧЕНКО Е.В. 274
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВИТАМИНА В₁₂**

***СЕКЦИЯ 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКТОВ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ДОБАВОК***

ВАСИЛЬЕВА Н.А., ГУБИНА О.А., РЕВУЦКАЯ Н.А., ПОЛЯКОВА И.В., 279
ПАВЛОВ А.Н.
**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ
МИКРОБНОЙ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ЛИЗИНОПРИЛА
ДИГИДРАТА**

ЕГОРОВА Н.О., МАЛЬЦЕВА Е. М., ЕГОРОВА И.Н. 283
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ ТРАВЯНОГО
ЧАЯ ИЗ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФЛОРЫ КУЗБАССА**

РАИМБЕКОВ А. Ж. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОБИОТИЧЕСКИХ И ПОСТБИОТИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (ВЭЖХ)	288
ТИХОНОВА О.Ю., ТИТОРЕНКО Е.Ю., БОПП Т.А., СВИРИДЕНКО О.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ «ЧЕСТНЫЙ ЗНАК»: АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК	292
ЧЕРЕПАНОВ И.С., САДРТДИНОВА А.Ю., ЕГОРОВА А.И., ТАРАСОВА Д.А. ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ПРОИЗВОДНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ	296

СЕКЦИЯ 1
ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И
НУТРИЦИОЛОГИЯ

АБРАМОВ Н.В, ЗИНЧУК С.Ф., ХОРОШИЛОВА О.В.
**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В
ОТНОШЕНИИ ЙОДОДЕФИЦИТА НА УРОВНЕ РЕГИОНА**

*Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: abramovn85@mail.ru*

ABRAMOV N.V., ZINCHUK S.F., CHOROSHILOVA O.V.
**THE RELEVANCE OF PREVENTIVE MEASURES AGAINST
IODINE DEFICIENCY AT THE REGIONAL LEVEL**

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: abramovn85@mail.ru*

Аннотация: Кузбасс относится к регионам России с официально подтверждённым дефицитом йода, характеризуется повышенной вероятностью возникновения заболеваний, связанных с его недостатком. Среди наиболее распространённых патологий – нарушения функции щитовидной железы, в том числе эндемическое увеличение её размеров, снижение выработки тиреоидных гормонов. Недостаток йода также негативно сказывается на когнитивной и репродуктивной сфере.

Ключевые слова: Йододефицит, профилактика, йодированная соль, биодоступность.

Abstract: Kuzbass belongs to the regions of Russia with officially confirmed iodine deficiency, characterized by an increased likelihood of diseases associated with a lack of this trace element. Among the most common pathologies are disorders of the thyroid gland, including an endemic increase in its size, a decrease in the production of thyroid hormones. The lack of iodine also negatively affects the cognitive and reproductive sphere.

Keywords: Iodine deficiency, prevention, iodized salt, bioavailability.

Цель исследования. Изучить литературные данные по проблеме профилактики йододефицита на региональном уровне Кузбасса.

Материалы и методы исследования. Использованы следующие методы исследования: информационно-аналитический, логический, контент-анализ с применением электронных баз данных eLIBRARY.RU, PubMed.

Результаты исследования и их обсуждение. Недостаточное потребление йода на протяжении длительного времени вызывает серьезные и необратимые последствия: нарушения умственного и физического развития у детей, патологии щитовидной железы, включая функциональную автономию и тиреотоксикоз, а также проблемы с репродуктивным здоровьем. Статистика свидетельствует о тревожной тенденции: По информации Росстата, за последнее десятилетие (с 2010 по 2020 год) частота заболеваний щитовидной железы в России выросла в 2

раза. Согласно исследованиям, Национального медицинского исследовательского центра эндокринологии, суточное потребление йода у россиян составляет всего 40-80 мкг, тогда как ВОЗ рекомендует 150-250 мкг в сутки. Практически во всех регионах страны наблюдается йододефицит, причем его реальные масштабы часто недооцениваются. Например, истинная распространенность зоба в 10 раз выше официальных данных. В группе повышенного риска – беременные, кормящие женщины и дети, у которых дефицит йода может привести к тяжелым осложнениям. В Сибири частота эндемического зоба достигает 27-75 %. В Кузбассе, где йододефицит особенно выражен, основными причинами тиреотоксикоза являются диффузный токсический зоб и многоузловой токсический зоб [1].

Экономические последствия йододефицита значительны: ежегодные затраты государства на одного пациента с подтвержденным йододефицитным заболеванием (ЙДЗ) составляют 10 222 рубля (без учета расходов на больничные, реабилитацию, социальную поддержку инвалидов с кретинизмом, вызванным нехваткой йода, а также компенсацию репродуктивных потерь и профилактику ЙДЗ в группах риска). Таким образом, снижение распространенности ЙДЗ является не только медицинской, но и экономической необходимостью.

Несмотря на осведомленность населения о важности йодопрофилактики, лишь менее трети российских семей систематически применяют какие-либо методы восполнения дефицита этого микроэлемента. Особую тревогу вызывает ситуация в Кузбассе, где йододефицит приобретает масштабы серьезной медико-социальной проблемы. Для ее решения необходим многоуровневый подход, включающий: популяризацию использования йодированной соли и обогащенных продуктов; адресную поддержку групп риска (беременные, дети, подростки); образовательные инициативы среди населения; мониторинг эффективности профилактических программ [2].

С марта 2025 года в России вступило в силу требование об обязательном применении йодированной соли при производстве хлебобулочных изделий для учреждений образования, здравоохранения и соцсферы. Это решение Минздрава направлено на борьбу с нарастающим дефицитом йода, который уже достиг критических показателей. Однако следует учитывать, что йод в составе соли обладает низкой биодоступностью. Его концентрация существенно уменьшается в процессе хранения, транспортировки и термической обработки продуктов.

Мировой опыт демонстрирует, что устойчивый эффект от программ массовой профилактики наблюдается лишь через 5-10 лет при условии, что не менее 90 % населения регулярно потребляет йодированную соль [3].

В России же уровень потребления йодированной соли остается недостаточным – всего 50-62,83 %. Это во многом связано с низкой осведомленностью населения о методах йодной профилактики, из-за чего

широко распространены мифы о потенциальном вреде массового йодирования соли [4].

Кроме того, в условиях несбалансированного питания одной лишь йодированной соли недостаточно для полноценной профилактики. Оптимизация усвоения йода также во многом зависит от присутствия в организме определенных витаминов (А, Е, С и др.) и минеральных веществ. Например, дефицит витамина А ухудшает способность щитовидной железы захватывать йод. Нехватка витаминов В₁, В₂ и РР, участвующих в образовании коферментов (ТПФ, ФАД и НАД⁺), нарушает работу окислительно-восстановительных ферментов, что снижает влияние тиреоидных гормонов на митохондрии. Это может привести к уменьшению выработки АТФ и развитию гипознергетических состояний. Селен играет ключевую роль в работе щитовидной железы, поскольку входит в состав селенопротеинов (глутатионпероксидазы и йодтирониндейодиназы), регулирующих метаболизм тиреоидных гормонов. Цинк также важен для эндокринной системы: он влияет на синтез тиреотропин-рилизинг-гормона, участвует в работе дейодиназ и способствует выработке тиреотропного гормона. Кроме того, цинк необходим для формирования транскрипционных факторов, которые контролируют производство тиреоидных гормонов. В таких случаях требуется дополнительный прием специализированных препаратов или биологически активных добавок с йодом, или поливитаминного комплекса.

Выводы. Йододефицит остается одной из ключевых медико-социальных проблем в Кузбассе, для преодоления которой необходим системный подход. Важнейшими направлениями являются: массовая профилактика – популяризация использования йодированной соли и обогащенных йодом продуктов питания; индивидуальный подход – назначение лекарственных препаратов и БАДов с йодом для групп риска (беременные, дети, подростки); образовательные инициативы – информирование населения о последствиях йододефицита и методах его профилактики; мониторинг и контроль – обеспечение выполнения профилактических программ на региональном уровне.

Особое значение имеют клинко-эпидемиологические исследования, позволяющие изучить региональные особенности влияния йодной недостаточности и скорректировать профилактические меры с учетом местных условий. Это поможет не только выявить проблемные зоны, но и оценить результативность уже реализуемых программ. Такой многоуровневый подход позволит значительно снизить распространенность йододефицитных состояний в Кузбассе и улучшить качество жизни населения.

Список литературы

1. Елифанова Е. Э. Тиреотоксикоз в условиях йододефицита Кузбасса. Терапия. 2023; 9(3S): 165-166. Doi:

<https://dx.doi.org/10.18565/therapy.2023.3suppl.165-166>

2. Зинчук, С.Ф. Заболеваемость нетоксическим зобом в различных когортах детского населения города Кемерово // С.Ф. Зинчук, Е.В. Парменова, В.Г. Зинчук, И.И. Никитина, [и др.] Мать и дитя в Кузбассе, 2000, № 1, С. 31-32.

3. Тапешкина Н. В., Перевалов А. Я. Оценка эффективности профилактики йодного дефицита среди детского населения города Междуреченска Кемеровской области / Н.В. Тапешкина, А.Я. Перевалов // Гигиена и санитария, 2016, № 5, С. 471-476.

4. Терехов П.А., Рыбакова А.А., Терехова М.А., Трошина Е.А. Информированность населения Российской Федерации о йодном дефиците, его влиянии и способах профилактики йододефицитных заболеваний. Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2019;15(3):118-123. <https://doi.org/10.14341/ket12239>

АЛЕКСАНДРОВА Д.Р., ТЕМНИКОВА О.Е.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА МАТЬ-И-МАЧЕХИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
e-mail: dcher02@yandex.ru*

ALEKSANDROVA D.R., TEMNIKOVA O.E.

PROSPECTS FOR USING AQUEOUS EXTRACT OF COLTSFOOT IN FOOD INDUSTRY

*Samara State Technical University, Samara
e-mail: dcher02@yandex.ru*

Аннотация: Мать-и-мачеха обыкновенная – лекарственное растение, настои и экстракты которого обладают мощными антимикробными и антиоксидантными свойствами. В ходе исследования в водном экстракте мать-и-мачехи было обнаружено большое количество фенольных соединений и флавоноидов, а также антоцианы, β -каротин и витамин С, что делает этот экстракт перспективной биологически активной добавкой.

Ключевые слова: экстракт мать-и-мачехи, биологически активные вещества, антиоксидантное действие, пищевая промышленность, функциональные продукты питания.

Abstract: Coltsfoot is a medicinal plant, the infusions and extracts of which have powerful antimicrobial and antioxidant properties. During the study, a large number of phenolic compounds and flavonoids, as well as anthocyanins, β -carotene and vitamin C were found in the aqueous extract of coltsfoot, which

makes this extract a promising biologically active supplement.

Keywords: coltsfoot extract, biologically active substances, antioxidant effect, food industry, functional food products.

Лекарственное сырье все чаще используется в пищевой промышленности в качестве натуральных ароматизаторов и консервантов. Растительные добавки в целом безопасны, вызывают меньше аллергических реакций, а также богаты соединениями, проявляющими антимикробное и антиоксидантное действие, что делает их потенциальными заменителями синтетических консервантов [1].

Мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.) – многолетнее травянистое растение, обладающее широким спектром действия. В ее цветках и листьях было идентифицировано свыше 150 соединений, проявляющих противовоспалительную, антимикробную, противораковую, антидиабетическую, нейропротекторную активность, среди которых особенно много сесквитерпенов, фенольных кислот, флавоноидов, хромонов [2]. Все это делает мать-и-мачеху перспективным ингредиентом для функциональных продуктов питания, то есть продуктов, обогащенных биологически активными веществами натурального происхождения.

Цель исследования – определить содержание биологически активных веществ в водном экстракте мать-и-мачехи обыкновенной и дать заключение о его применимости в пищевой промышленности.

Материалы и методы исследования. Для приготовления водного экстракта мать-и-мачехи использовали листья. Их заготовку производили в середине июня 2024 года на территории Муранского бора Шигонского района Самарской области. Выбирали сухие листья без повреждений и сушили их в естественных условиях в хорошо вентилируемом помещении без доступа света для максимального сохранения биологически активных веществ. Высушенные листья хранили в коробках. Для проведения эксперимента листья измельчали в лабораторной мельнице «Вьюга» до порошкообразного состояния. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду. Измельченный порошок листьев мать-и-мачехи соединяли с водой в соотношении 1:30, тщательно перемешивали и давали настояться в течение 10 минут. Затем проводили активацию биологически активных соединений с помощью микроволнового излучения, выдерживая экстракт в поле токов сверхвысокой частоты при мощности 650 Вт в течение 30 с. Экстракт фильтровали через тканевый фильтр.

В фильтрате определяли количество растворимых сухих веществ рефрактометрическим методом, титруемую кислотность по ГОСТ ISO 750-2013, количество витамина С по ГОСТ 24556-89, количество антоцианов по ГОСТ 32709-2014, количество β-каротина по ГОСТ Р 54058-2010.

Общее содержание фенольных соединений определяли модифицированным методом Фолина-Чеколтеу [4], а содержание

флавоноидов – модифицированным методом [3]. Антирадикальную активность экстракта (EC_{50}) устанавливали методом DPPH [4]. Все эксперименты проводили в трехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение. Полученный экстракт имел желтовато-зеленый цвет и легкий приятный аромат мать-и-мачехи. Результаты оценки его антиоксидантных свойств представлены в табл. 1.

Из таблицы видно, что в экстракте достаточно много растворимых сухих веществ. Особенно много фенольных соединений, значительную часть которых составляют флавоноиды. Значение антирадикальной активности низкое, что говорит о высоких антиокислительных свойствах экстракта. Количество витамина С умеренное, характерное для данного растения. Титруемая кислотность водных экстрактов трав отражает содержание органических кислот. Яблочная кислота является преобладающей кислотой в мать-и-мачехе, в экстракте находится в значительном количестве.

Содержание β -каротина и антоцианов невелико, что можно объяснить следующим образом. β -каротин – жирорастворимый пигмент, без органических растворителей его выход минимален. Кроме того, нагрев при экстракции способствует частичному разрушению каротиноидов. Антоцианы преимущественно накапливаются в цветках и плодах с яркой окраской, листья же содержат лишь небольшие их количества, что мы и наблюдаем.

Таблица 1 – Анализ экстракта листьев мать-и-мачехи

Показатель	Результаты
Содержание растворимых сухих веществ, %	19,0
Содержание фенольных соединений, мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья	1510,18
Содержание флавоноидов, мг катехина / 100 г исходного сырья	548,1
Антирадикальная активность, EC_{50} , мг/мл	4,1
Содержание β -каротина, мг / 100 мл экстракта	1,17
Содержание антоцианов, мг цианидин-3-гликозида / 100 г исходного сырья	0,083
Содержание витамина С, мг / 100 г исходного сырья	39,83
Титруемая кислотность, г яблочной кислоты / 100 г исходного сырья	0,19

Выводы. Таким образом, водный экстракт мать-и-мачехи обыкновенной обладает высокими антиоксидантными свойствами, что позволяет применять его в пищевой промышленности. Он будет представлять особый интерес в производстве функциональных напитков и хлебобулочных изделий.

Список литературы

1. Akbarbaglu Z., Mazloomi N., Sarabandi K., Ramezani A., Khaleghi F., Hamzehkollaei A. R. et al. Stabilization of antioxidant thyme-leaves extract (*Thymus vulgaris*) within biopolymers and its application in functional bread formulation // Future Foods. 2024. V. 9. Article 100356.
2. Chen C., Dong L., Quan H., Zhou X., Ma J., Xia W. et al. A review of the ethnobotanical value, phytochemistry, pharmacology, toxicity and quality control of *Tussilago farfara* L. (coltsfoot) // Journal of Ethnopharmacology. 2021. V. 267. Article 113478.
3. Dhingra N., Kar A., Sharma R., Bhasin S. In-vitro antioxidative potential of different fractions from *Prunus dulcis* seeds: Vis a vis antiproliferative and antibacterial activities of active compounds // South African Journal of Botany. 2017. V. 108. P. 184-192.
4. Peng Y., Wu Y., Li Y. Development of tea extracts and chitosan composite films for active packaging materials // International Journal of Biological Macromolecules. 2013. V. 59. P. 282-289.

¹АЛИЗОДА Ш.Р., ²КОДИРОВА Г.С., ²МУХИДИНОВ З.К.,
³MOU SHUYONG

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛАВАНДЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

¹Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
 Центральной Азии (Душанбе), г. Душанбе, Республика Таджикистан

²Институт химии им В.И. Никитина НАН Таджикистан,
 г. Душанбе, Республика Таджикистан

³Синьцзянский институт экологии и географии КАН
 e-mail: sh_bonu_95@mail.ru

¹ALIZODA SH.R., ²KODIROVA G.S., ²MUKHIDDINOV Z.K.,
³MOU SHUYONG

COMPOSITION OF LAVENDER ESSENTIAL OIL GROWING IN VARIOUS CONDITIONS IN TAJIKISTAN

¹Research Center for Ecology and Environment of Central Asia (Dushanbe),
 Dushanbe, Republic of Tajikistan

²V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences
 of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

³Xinjiang Institute of Ecology and Geography of the KAS
 e-mail: sh_bonu_95@mail.ru

Аннотация: В данной работе представлен сравнительный анализ химического состава эфирных масел (ЭМ) лаванды (*Lavandula angustifolia*), полученных с двух экспериментальных участков, с использованием метода газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС). Установлено, что в составе ЭМ, полученного с участка 1, идентифицировано более 64 компонентов, тогда как в образцах с участка 2 выявлено 139 соединений. Основными компонентами в обоих образцах являлись линалол и линалилацетат. В эфирном масле с участка 1 их содержание составило 33,27 % и 21,01 %, тогда как в образцах с участка 2 – 22,58 % и 10,37 % соответственно.

Ключевые слова: лаванда, эфирное масло, гидродистилляция, химический состав, ГХ-МС.

Abstract: This paper presents a comparative analysis of the chemical composition of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils (EOs) obtained from two experimental sites using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). It was found that more than 64 components were identified in the EOs obtained from site 1, while 139 compounds were detected in the samples from site 2. The main components in both samples were linalool and linalyl acetate. In the EO from site 1, their content was 33.27 % and 21.01 %, while in the samples from site 2 – 22.58 % and 10.37 %, respectively.

Keywords: lavender, essential oil, hydro distillation, chemical composition, GC-MS.

Лаванда (*Lavandula angustifolia*) – многолетний полукустарник из семейства Яснотковые (*Lamiaceae*), известный своими выраженными ароматическими и лечебными свойствами. В Таджикистане наиболее часто культивируется узколистная лаванда, приспособленная к засушливому и солнечному климату региона, а также к почвенно-климатическим условиям предгорных и горных районов

Эфирные масла (ЭМ), содержащиеся в соцветиях и листьях растения, издавна используются в медицине, косметологии и парфюмерии благодаря своим уникальным свойствам. Высокое содержание биологически активных соединений делает лаванду ценным сырьём для фармацевтической и пищевой промышленности.

Основные биологически активные вещества ЭМ лаванды – линалоол, линалилацетат, терпинен-4-ол, гераниол и борнеол – демонстрируют широкий спектр биологической активности: антиоксидантную [1], антибактериальную [1, 2], противовоспалительную [3], антидепрессивную и седативную [1-3].

Цель исследования – сравнительный анализ химического состава ЭМ лаванды, произрастающей в различных агроклиматических условиях Таджикистана методом ГХ-МС.

Материалы и методы исследования. *Получение эфирного масла лаванды.* Эфирное масло было получено методом гидродистилляции [4]. В условиях Таджикистана сбор сырья, как правило, осуществляется в период полного цветения растения — в июне–июле, когда содержание эфирных компонентов в цветках достигает максимума. Для определения химического состава эфирного масла (ЭМ) лаванды, собранной с двух опытных участков Таджикистана – участка 1 (Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана) и участка 2 (Институт зоологии и паразитологии им. Е.Н. Павловского НАН Таджикистана), – был применён метод газовой хроматографии с детектором в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС) [5].

Результаты и их обсуждение. Химический состав эфирного масла лаванды может варьироваться в зависимости от условий выращивания, климата, почвы и метода экстракции. Сравнительный анализ химического состава двух образцов эфирного масла лаванды выявил значительные различия, связанные как с технологией получения, так и с географическим происхождением сырья.

На основании ГХ-МС анализа в образцах были идентифицированы следующие соединения (табл.1, 2, 3):

Таблица 1 – Химический состав эфирного масла лаванды (участок 1)

№	Время удержания, мин	Компонент	Содержание, %
1	6.718	1-Octen-3-ol	0.62
2	7.035	β -Myrcene	0.84
3	7.634	Acetic acid, hexyl ester	0.74
4	8.051	Eucalyptol	1.88
5	8.317	Trans- β -Ocimene	2.24
6	8.584	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	0.77
7	9.233	α -methyl- α -(4-methyl-3-pentenyl) oxiranemethanol	0.66
8	9.666	α -methyl- α -(4-methyl-3-pentenyl) oxiranemethanol	0.75
9	10.332	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl	33.27
10	10.566	1-Octen-3-yl acetate	2.52
11	11.882	Endo-Borneol	2.23
12	12.281	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-, (R)-	6.89
13	12.681	L- α -Terpineol	6.62
14	13.714	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	1.28
15	14.563	Linalyl acetate	21.01
16	15.429	4-Hexen-1-ol	4.91
17	17.295	Nerol acetate	1.78
18	17.811	Geranyl acetate	3.04
19	18.627	Caryophyllene	1.81
20	19.577	cis- β -Farnesene	0.57
21	22.542	Caryophyllene oxide	0.62
22	23.857	τ -Cadinol	0.62

Таблица 2 – Химический состав эфирного масла лаванды (участок 2)

№	Время удержания, мин	Компонент	Содержание, %
1	7.034	β -Myrcene	1.32
2	7.651	Acetic acid, hexyl ester	0.79
3	8.084	Eucalyptol	2.63
4	8.317	(1R)-2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	0.82
5	9.316	α -methyl- α -(4-methyl-3-pentenyl) oxiranemethanol	5.34
6	9.749	α -methyl- α -(4-methyl-3-pentenyl) oxiranemethanol	4.03
7	10.382	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl (Линалул)	22.58
8	10.565	1-Octen-3-yl-acetate	3.46
9	11.282	(+)-2-Bornanone	0.73
10	11.482	2,7-Octadiene-1,6-diol, 2,6-dimethyl-	0.53
11	11.598	2H-Pyran, 3,6-dihydro-4-methyl-2-(2-methyl-1-propenyl)-	0.86
12	11.915	Endo-Borneol	2.17
13	12.031	4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (R)-	1.51
14	12.264	Terpinen-4-ol	3.88
15	12.464	2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyl)-	1.33
16	12.697	L- α -Terpineol	6.42
17	13.697	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	1.50
18	13.913	Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	0.86
19	14.530	Linalyl acetate	10.37
20	15.046	Acetic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	0.72
21	15.429	4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, acetate	3.97

№	Время удержания, мин	Компонент	Содержание, %
22	17.311	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	1.76
23	17.828	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	3.11
24	18.627	Caryophyllene	1.40
25	22.591	Caryophyllene oxide	3.54
26	23.874	τ-Cadinol	1.04

Сравнительный анализ компонентного состава эфирного масла лаванды представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ химического состава эфирного масла лаванды

Компонент	Участок 1 (%)	Участок 2 (%)
Линалоол	33.27	22.58
Линалилацетат	21.01	10.37
Терпинен-4-ол	6.89	3.88
Л-α-Терпинеол	6.62	6.42
1,2-Оксолиналоол	1.41	9.37
Эвкалиптол	1.88	2.63
Кариофиллен	1.81	1.40
Кариофилленоксид	0.62	3.54
τ-Кадинол	0.62	1.04

Как видно из полученных результатов ЭМ участка 1 богаче по содержанию линалоола и линалилацетата, что делает его более характерным для классического *Lavandula angustifolia*.

Образец с участка 2 демонстрирует более сложный и разнообразный профиль, включая высокое содержание оксировалола, кариофилленоксида и нерол ацетата, обладающих антибактериальной и цитотоксической активностью [1].

Это указывает на возможное фармакологическое преимущество образца с участка 2 в разработке препаратов с противомикробной активностью [3].

Таким образом, полученные результаты показывают, что ЭМ лаванды, выращенной в Таджикистане, отличается высоким содержанием линалилацетата, что указывает на благоприятные климатические условия региона для культивации этой культуры. Чистый горный воздух, солнечное излучение и минеральные почвы способствуют накоплению ценных веществ.

Выводы. Результаты исследования выявили существенные различия в химическом составе ЭМ лаванды, произрастающей на различных экспериментальных участках в Таджикистане. Несмотря на доминирование линалола и линалилацетата в обоих образцах, эфирное масло, полученное с участка 2, характеризовалось более сложным и разнообразным компонентным составом. Это может свидетельствовать о его высоком

потенциале в качестве многокомпонентного природного сырья. Дальнейшие исследования в данном направлении представляют интерес для разработки эффективных агротехнологий возделывания и переработки лаванды с целью её промышленного использования.

Список литературы

1. Gonçalves, S., Mansinhos, I., & Romano, A. Aromatic plants: A source of compounds with antioxidant and neuroprotective effects. *Oxidative Stress and Dietary Antioxidants in Neurological Diseases*, 2019; 155-173. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817780-8.00011-6>.
2. Cavanagh H.M.A., Wilkinson J.M. Biological activities of lavender essential oil. *Phytother Res*. 2002;16(4):301–308.
3. Nöldner M., Germer S., Koch E. Pharmacokinetics of linalool and linalyl acetate, the two main constituents of silexan, an essential oil from *Lavandula angustifolia* flowers, in rats. *Planta Med* 2011; 77 - PM44. DOI: 10.1055/s-0031-1282802.
4. Алиева Ш.Р., Шерова З.У., Джонмуродов А.С., Усманова С.Р., Мухидинов З.К. Анализ физических показателей эфирных масел лекарственных растений Таджикистана, полученных различными методами. *Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук.* – 2023. – №4. – С 223-233.
5. Adams R.P. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. an electronic version of the original 4th ed. printed by Allured publishing, 2007, ed. 4.1, 30 Jan. 2017.

БАЛБАТУН О.А., ЖИБУРТ К.В.
**ВЛИЯНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ СОЛИ И САХАРА НА
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ И АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ
СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА**

Гродненский государственный медицинский университет.

г. Гродно, Республика Беларусь

e-mail: dpfizio@mail.ru

BALBATUN A.A., ZHYBUTR K.V.
**EFFECTS OF SALT AND SUGAR INTAKE ON BIOLOGICAL AGE
AND BLOOD PRESSURE OF YOUNG MEDICAL UNIVERSITY
STUDENTS**

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

e-mail: dpfizio@mail.ru

Аннотация: Проводился анализ влияния потребления соли и сахара на биологический возраст, артериальное давление студентов медицинского университета. Консумация соли в большей степени увеличивает биологический возраст, чем – сахара. Избыток соли коррелирует с ростом диастолического давления, а сахара – систолического давления. Рекомендуются ограничение использования в пище, как соли, так и сахара.

Ключевые слова: потребление соли, потребление сахара, биологический возраст, артериальное давление, студенты.

Abstract: An analysis was conducted of the effect of salt and sugar consumption on the biological age and blood pressure of medical university students. Salt intake increases biological age to a greater extent than sugar. Excess salt correlates with an increase in diastolic pressure, and sugar – systolic pressure. Restricting use in diet of both salt and sugar is recommended.

Keywords: salt intake, sugar intake, biological age, blood pressure, students.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ влияния потребления соли и сахара на биологический возраст, систолическое и диастолическое артериальное давление студентов 2 курса ГрГМУ.

Материалы и методы исследования. В научной работе приняли участие 126 студентов 2 курса ГрГМУ в возрасте от 17 до 24 лет. В выборке девушки составляли 62 % (n=78), юноши 38 % (n=48). Биологический возраст определяли по методике В.П. Войтенко с соавторами (1984). Регистрировали массу тела, систолическое и диастолическое артериальное давление, длительность статической балансировки (сек), время пробы Штанге (сек), индекс самооценки здоровья (СОЗ) в виде анкеты из 29 вопросов. Далее, в соответствии с данной методикой использовали расчетные формулы [3]. Для оценки потребления соли и сахара

использовали недельный солевой опросник (Опросник СОЛЬ) [2] и анкету частоты употребления продуктов питания, содержащих сахар [5]. Выполняли статистическую обработку результатов исследования с использованием пакета STATISTICA. Определяли нормальность распределения (критерий Шапиро-Уилка), межгрупповые различия (U-критерий Манна-Уитни). Проводили корреляционный (коэффициент Спирмена) и факторный (метод главных компонент с Варимакс вращением) непараметрические методы анализа. Данные описательной статистики представлены в виде медианы, 25 и 75 перцентилей: Me (P25%-75%).

Результаты исследования и их обсуждение. Потребление соли составило 8,7 (6,0-10,0) г/сут. Для добавленного сахара данный показатель был равен 38,3 (8,5-63,0) г/сут. Девушки использовали больше сахара (39,4 г/сут.), чем юноши (36,3 г/сут, $p < 0,05$). В употреблении соли достоверных половых различий не было. Всемирная организация здравоохранения призывает сократить ежедневное потребление как соли, так и сахара. Добавленный сахар должен составлять менее 50 г (10 чайных ложек без горки) в сутки. Соль – менее 5 г (2/3 чайной ложки без горки) в сутки. Таким образом, исследуемые студенты не превышали нормальные величины для добавленного сахара, но потребляли в 1,7 раза больше рекомендуемого – соли. Значительное количество научных работ указывает на значительную роль рационального и сбалансированного питания для здоровья учащихся, и, в частности, на важность ограничения соли и сахара в питании [1]. Однако, значительное количество студентов имеют привычку досаливать пищу [4], что и наблюдалось в данном исследовании.

Биологический возраст (БВ) исследуемых составлял 30,5 (25,0-34,0) лет. Должный биологический возраст (ДБВ): 29 (24,0-32,5) лет. Степень постарения (БВ-ДБВ) была равна 1-1,5 года, что следует рассматривать как хороший показатель. Наблюдались слабая положительная корреляция между потреблением сахара ($r=0,262$, $p < 0,05$), выраженная положительная корреляция между потреблением соли ($r=0,739$, $p < 0,05$) и БВ. Следовательно, рост потребления соли в большей степени увеличивал БВ по сравнению с наличием сахара в пище. С увеличением календарного возраста студентов несколько возрастало использование соли ($r=0,264$, $p < 0,05$) и сахара ($r=0,259$, $p < 0,05$). Наличие в еде соли ($r=0,335$, $p < 0,05$) и сахара ($r=0,309$, $p < 0,05$) положительно коррелировало с массой тела студентов. Примечательно, что увеличение потребления соли и сахара сопряжены между собой ($r=0,579$, $p < 0,05$). Была обнаружена положительная связь между потреблением сахара и количеством жалоб на здоровье (индекс СОЗ) ($r=0,362$, $p < 0,05$). Для соли такой закономерности не наблюдалось.

Содержание соли и сахара в пище оказывали влияние на артериальное давление. Рост потребления соли сопровождался достоверным увеличением диастолического давления ($r=0,539$, $p < 0,05$). Количество добавленного сахара было связано с повышением систолического давления ($r=0,365$,

$p < 0,05$). В процессе факторного анализа были выделены 3 фактора (71,8 % дисперсии), описывающие связь изучаемых компонентов пищи с БВ и артериальным давлением студентов. Фактор 1: пол испытуемых (-0,74), потребление соли (0,21) и сахара (0,12) были связаны с БВ. Фактор 2: потребление соли (0,76) оказывало влияние на диастолическое давление учащихся. Фактор 3: Увеличение добавленного сахара в пище (0,74) было положительно связано с ростом систолического давления.

Выводы. Увеличение употребления соли в большей степени увеличивает биологический возраст, чем – сахара. Избыток соли коррелирует с ростом диастолического давления, а сахара – систолического давления. Учащимся рекомендуется соблюдать гигиенические нормы потребления соли и максимально ограничивать использование добавленного сахара, отдавая предпочтение его источникам, которые естественным образом присутствуют в продуктах питания.

Список литературы

1. Галикеева А.Ш., Ларионова Т.К., Васильева Т.П. и др. Поведенческие факторы риска здоровью студентов медицинских вузов по результатам анкетирования. Социальные аспекты здоровья населения. 2025; 71(1): 9-14. doi: 10.21045/2071-5021-2025-71-1-14.
2. Драгунов Д.О., Соколова А.В., Арутюнов Г.П. Разработка и валидация опросника для оценки уровня потребления соли у взрослого населения москвы и московской области при помощи методов машинного обучения. Архивъ внутренней медицины. 2024; 14(4): 284-297. doi: 10.20514/2226-6704-2024-14-4-284-297
3. Размахова С.Ю., Тимофеева О.В., Эпп Т.И. Оценка биологического возраста студенток очно-заочной формы обучения. Вестник Томского государственного университета. 2023; № 486: 221–227. doi: 10.17223/15617793/486/24.
4. Частоедова И. А., Сизова Е. Н. Сравнительный анализ частоты потребления соленой пищи и порогов вкусовой чувствительности к поваренной соли у русских и иностранных студентов медицинского вуза. Вятский медицинский вестник. 2024; № 2 (82): 58-63. doi: 10.24412/2220-7880-2024-2-58-63.
5. Peralta M., Heskey C., Shavlik D. et al. Validity of FFQ Estimates of Total Sugars, Added Sugars, Sucrose and Fructose Compared to Repeated 24-h Recalls in Adventist Health Study-2 Participants. Nutrients. 2021; 19 (11): 4152-4162. doi: 10.3390/nu13114152.

БАРУТА С.А., БОГДАНОВА Н.В.
**АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ
КЫСТ-АЛЬ-ХИНДИ В ОТНОШЕНИИ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И
ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР**

*Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: sveta.imagine-dragons22@yandex.ru*

BARUTA S.A., BOGDANOVA N.V.
**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *SAUSSUREA COSTUS*
EXTRACTS AGAINST GRAM-POSITIVE AND
GRAM-NEGATIVE BACTERIAL CULTURES**
*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: sveta.imagine-dragons22@yandex.ru*

Аннотация: В условиях стремительного роста антибиотикорезистентности исследование фармакологических свойств растений становится ключевым моментом для разработки новых препаратов против патогенных микроорганизмов. Антибактериальная активность экстрактов кыст-аль-хинди была исследована на таких бактериальных штаммах как *Staphylococcus aureus* (Грам⁺) и *Escherichia coli* (Грам⁻).

Ключевые слова: кыст-аль-хинди, антибиотики, экстракты, диско-диффузионный метод, зоны ингибирования, антибактериальная активность.

Abstract: with the rapid growth of antibiotic resistance, the study of the pharmacological properties of plants is becoming a key moment for the development of new drugs against pathogenic microorganisms. The antibacterial activity of *Saussurea Costus* extracts was studied on such bacterial strains as *Staphylococcus aureus* (Gram⁺) and *Escherichia coli* (Gram⁻).

Keywords: *Saussurea Costus*, antibiotics, extracts, disc-diffusion method, inhibition zones, antibacterial activity.

Цель исследования. Изучить антибактериальную активность водного, этанольного и гексанового экстрактов кыст-аль-хинди в отношении грамположительных и грамотрицательных бактериальных культур.

Материалы и методы исследования. Объектом для исследования служил порошок корня кыст-аль-хинди, из которого получали водный, гексановый и этанольный экстракты с концентрацией 100 мг/мл.

В ходе исследования антибактериальной активности использовали две бактериальные культуры: *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Эти культуры подготавливали в виде бактериологической суспензии, после чего

на чашки Петри наносили данную суспензию, и проводили посев с помощью метода Дригальского.

В основе исследования лежит диско-диффузионный метод, для которого использовали среду Мюллера-Хинтона. Оценку антибактериальной активности экстрактов проводили с помощью измерения диаметров зон ингибирования роста бактерия вокруг диска, включая диаметр самого диска: диаметр зоны ингибирования меньше 15 мм – отсутствие антибактериальной активности или испытываемая культура резистентна к данной концентрации экстрактов (**R**), 16-17 мм – умеренная активность (R/S), 18 мм и свыше – высокая активность (**S**).

На пустые стерильные диски наносили приготовленные экстракты, действие повторяли десятикратно и после каждого нанесения диски высушивали. Затем диски размещали на поверхности чашек и дополнительно пропитывали исследуемым экстрактом. Для контроля использовали диски с тремя антибиотика: цефепимом, бензилпенициллином и меропенемом, а также диск без вещества (контроль). После этого чашки помещали в термостат на 24 часа при температуре 37 °С. Спустя сутки измеряли диаметр зон ингибирования роста бактерий. Опыт проводили в трех повторах.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных исследований были получены следующие зоны ингибирования (таблицы 1, 2, 3, 4, 5, 6):

Таблица 1 – Антибактериальная активность водного экстракта в отношении *St. aureus*

Бактерии	Контроль		Меропенем		Цефепим		Водный экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>St. aureus</i>	0	R	25	S	36	S	0	R
	0	R	22	R/S	35	S	0	R
	0	R	24	S	36	S	0	R

Таблица 2 – Антибактериальная активность водного экстракта в отношении *E. coli*

Бактерии	Контроль		Бензилпенициллин		Цефепим		Водный экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>E. coli</i>	0	R	32	S	29	S	0	R
	0	R	29	S	31	S	0	R
	0	R	30	S	30	S	0	R

Согласно данным таблиц 1 и 2 диаметр зон задержки роста составили 0 мм, что указывает на полную резистентность исследуемых бактериальных культур к водному экстракту кыст-аль-хинди.

Таблица 3 – Антибактериальная активность этанольного экстракта в отношении *St. aureus*

Бактерии	Контроль		Меропенем		Цефепим		Этанольный экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>St. aureus</i>	0	R	17	R/S	32	S	23	S
	0	R	16	R/S	34	S	21	S
	0	R	15	R	0	R	20	S

Таблица 4 – Антибактериальная активность этанольного экстракта в отношении *E. coli*

Бактерии	Контроль		Бензилпенициллин		Цефепим		Этанольный экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>E. coli</i>	0	R	25	R/S	31	S	20	S
	0	R	30	S	32	S	18	S
	0	R	40	S	34	S	22	S

В отношении золотистого стафилококка зоны задержки роста составили 23, 21 и 20 мм. В случае с культурой кишечной палочки зоны ингибирования составили 20, 18 и 22 мм. Полученные из таблиц 3 и 4 данные свидетельствует о высокой антибактериальной активности этанольного экстракта в отношении обеих культур.

Таблица 5 – Антибактериальная активность гексанового экстракта в отношении *St. aureus*

Бактерии	Контроль		Меропенем		Цефепим		Гексановый экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>St. aureus</i>	0	R	24	S	25	S	21	S
	0	R	23	S	32	S	24	S
	0	R	24	S	35	S	20	S

Таблица 6 – Антибактериальная активность гексанового экстракта в отношении *E. coli*

Бактерии	Контроль		Бензилпенициллин		Цефепим		Гексановый экстракт	
	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S	диаметр, мм	R, S
<i>E. coli</i>	0	R	32	S	35	S	10	R
	0	R	33	S	34	S	16	R/S
	0	R	35	S	33	S	19	S

В отношении золотистого стафилококка были зафиксированы диаметры зон ингибирования роста в 21, 24 и 20 мм, в то время как для кишечной палочки эти показатели составили 10, 16 и 19 мм. По данным таблиц 5 и 6 гексановый экстракт обладал высокой антибактериальной активностью против золотистого стафилококка и умеренным действием против кишечной палочки.

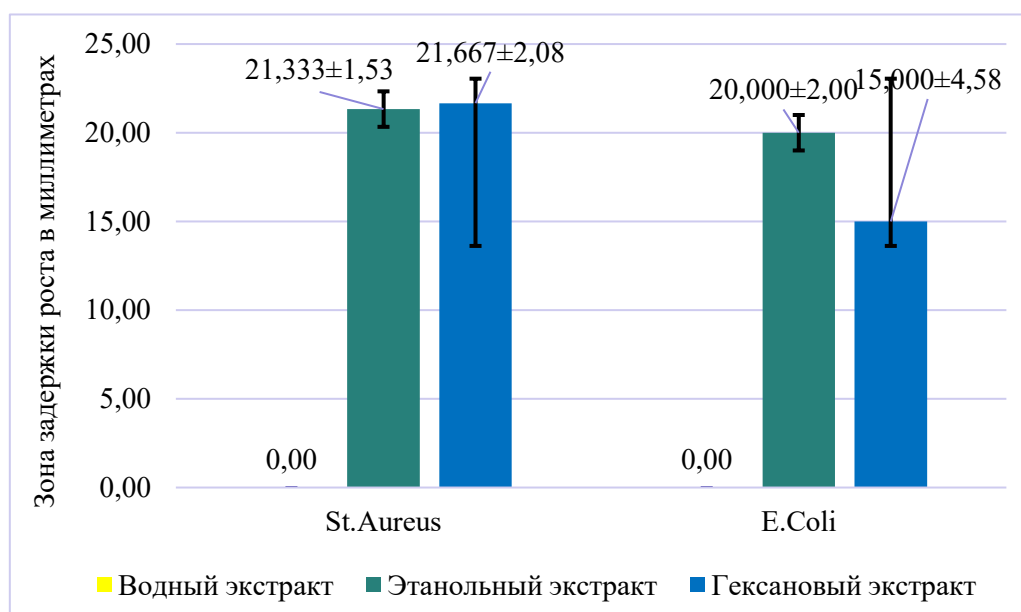


Рисунок 1 – Чувствительность бактериальных культур

Сравнительный анализ антибактериальной активности экстрактов кыст-аль-хинди продемонстрировал, что средние диаметры зон ингибирования роста составили: $21,333 \pm 1,53$ мм в отношении *St. aureus* и 20 ± 2 мм в отношении *E. coli* для этанольного экстракта; $21,667 \pm 2,08$ мм в отношении *St. aureus* и $15 \pm 4,58$ мм в отношении *E. coli* для гексанового экстракта; водный экстракт не проявил антибактериальной активности.

Выводы. Результаты исследования антибактериального действия водного, этанольного и гексанового экстрактов корней кыст-аль-хинди показали, что и грамположительные, и грамотрицательные бактерии чувствительны к воздействию экстрактов. При этом грамположительные штаммы демонстрируют более высокую чувствительность по сравнению с грамотрицательными, что подтверждалось более выраженными зонами ингибирования. Наиболее выраженную активность продемонстрировал этанольный экстракт. Гексановый экстракт по отношению к кишечной палочке проявил наименьшую антибактериальную активность. Обе исследуемые бактериальные культуры оказались устойчивыми к воздействию водного экстракта кыст-аль-хинди.

Список литературы

1. Abdelwahab, S.I. Phytochemical profiling of Costus (*Saussurea lappa* Clarke) root essential oil, and its antimicrobial and toxicological effects / S.I. Abdelwahab // Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 2019. Vol. 18 (10).

P. 2155-2160.

2. Deabes, M.M. Antimicrobial activity of bioactive compounds extract from *Saussurea costus* against food spoilage microorganisms / M.M. Deabes // Egypt. J. Chem. 2021. Vol. 64, № 6. P. 2833-2843.

3. Semwal, R.B. Biological applications and secondary metabolites of *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch / R.B. Semwal // J. Convent Knowl Holist Health. 2020. Vol. 4 (1). P. 1-8.

¹БЕРЕСЛАВЕЦ Е.А., ²СЕРГУН В.П., ³ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М.
**БИОКОМПЛЕКС НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ ПРИ
 КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ
 ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ**

¹Кузбасский государственный аграрный университет им. В. Н. Полецкого,
 г. Кемерово

²Компания «Биолит», г. Томск

³Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
 e-mail: Evic1991@mail.ru

¹BERESLAVETS E.A., ²SERGUN V.P., ³POZNYAKOVSKY V.M.
**A PLANT-BASED BIOCOMPLEX FOR THE COMPLEX TREATMENT
 OF ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS**

¹Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo

²Biolit Company, Tomsk

³Kemerovo State Medical University, Kemerovo
 e-mail: Evic1991@mail.ru

Аннотация: Приведены материалы клинических испытаний эффективности хвойного биокомплекса в форме БАД при острых респираторных вирусных инфекциях. БАД включали в рацион наряду с базисной терапией. Назначение БАД позволяет повысить эффективность лечения и в более короткие сроки справиться с проявлениями инфекции.

Ключевые слова: Растительный биокомплекс, вирусные инфекции, лечение, эффективность.

Abstract: The materials of clinical trials of the effectiveness of a coniferous biocomplex in the form of dietary supplements for acute respiratory viral infections are presented. Dietary supplements were included in the diet along with basic therapy. The appointment of dietary supplements makes it possible to increase the effectiveness of treatment and to cope with the manifestations of infection in a shorter time.

Keywords: Plant biocomplex, viral infections, treatment, effectiveness.

Полученный нами хвойный биокомплекс [1] исследован в

комплексной терапии острых респираторных вирусных инфекций. Основная группа в количестве 30 больных с различными проявлениями заболевания – повышенная температура тела, насморк, першение и/или боль в горле, кашель, головная боль, получали наряду с базисной терапией БАД по три столовых ложки (50 мл) каждые 4 часа до купирования симптомов заболевания, затем по одной столовой ложке 4 раза в день за 30 минут до еды, предварительно растворив в $\frac{1}{4}$ стакана воды. Общий курс – 10 дней. Группу сравнения (контроль) составили 30 человек с аналогичными проявлениями симптомов ОРВИ, которые получали только стандартную терапию в соответствии с действующими клиническими рекомендациями МЗ РФ. Исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и полу. ИФН-статус с анализом спонтанного, сывороточного, индуцированного ИФН-а, ИФН- γ и степень угнетения ИФН, а также ИФН-подобную активность сыворотки крови и надосадочной жидкости культур клеток крови, инкубированных в среде с добавлением фитогемагглютина (ФГА) или вирусе болезни Ньюкасла (ВБН) определяли по методу Григорян С.С.

Сравнительный анализ эффективности терапии больных оценивался по длительности симптомов заболевания: головная боль, слабость, боль и першение в горле, лихорадка, заложенность носа/ринорея, кашель.

Методом ПЦР изучали в мазке из носоглотки/ротоглотки вирусы гриппа, аденовирусы, РС-, риновирус, парагрипп, бокавирус, метапневмовирус, вирус простого герпеса -1-2, ВЭБ и ВГЧ-6, при зуде и высыпаниях на слизистых и коже – локальный ПЦР мазок на герпес-вирусы, а также ПЦР мазок на РНК SARS-CoV-2 из носоглотки.

В таблице 1 показан удельный вес основных клинических симптомов заболевания в группах наблюдения.

Из данных таблицы следует, что в основной группе пациентов, получавших биокомплекс, было достоверно меньше больных, у которых остались клинические симптомы.

Схема исследования включала три визита: визит 1 – день 0; визит 2 – день 7 ± 2 ; визит 3 – день 30 ± 4 .

При проведении визитов пациент приносил заполненный индивидуальный дневник с оценкой степени выраженности каждого симптома по 3-х балльной шкале: 0 – отсутствие симптома, 1 – слабое проявление, 2 – средняя степень, 3 – выраженное проявление симптома.

В процессе наблюдения и лечения пациенты регистрировали переносимость лекарственных препаратов и возможные нежелательные проявления терапии.

Таблица 1 – Удельный вес основных клинических симптомов в группах наблюдения (Визит 3 (21±2 дня))

№№ п/п	Клинические симптомы	Основная группа (1) n=30		Контрольная группа (2) n=29		Достоверность P ₁₋₂
		n	%	n	%	
1.	Слабость	2	6,7	5	17,2	<0,01
2	Головная боль	1	3,3	2	6,9	<0,05
3	Повышение температуры (37,5 и выше)	1	3,3	2	6,9	<0,05
4	Першение в горле/ боли	2	6,7	5	17,2	<0,01
5	Кашель	1	3,3	3	10,3	<0,001
6	Одышка	–	–	1	3,4	–
8	Зуд/высыпания (на слизистых и коже)	1	3,3	2	6,9	<0,05
9	Ринит	–	–	1	3,4	–

Выявлено достоверное снижение концентрации ИФН альфа и гамма в сыворотке крови у больных ОРВИ в исследуемых группах по сравнению с аналогичными показателями группы здоровых лиц. Наиболее выраженное снижение ИФН-а отмечалось у пациентов с герпесвирусной инфекцией. Отмечалось значимое повышение уровня ИФН-γ в сыворотке крови после лечения в основной группе (4,7±0,7; p<0,05). В контрольной группе наблюдалась выраженная тенденция к положительной динамике исследуемых параметров.

Анализ состояния интерферонового статуса (ИФН-статус) после терапии в исследуемых группах выявил значимое улучшение изучаемых показателей ИФН в основной группе. Полная нормализация реакции ИФН-статуса наблюдалась у 5 (16,7 %) пациентов, а число пациентов с умеренной реакцией ИФН системы возросло до 17 (56,7 %), слабая (недостаточная) реакция системы защиты выявлена у 6 (20 %) больных. Количество больных с депрессией ИФН системы снизилось в 2 раза с 13,3 % до 6,7 (2 пациента). В контрольной группе значимое улучшение ИФН-статуса наблюдалось только у 13 (43,3 %) больных ОРВИ, ухудшение ИФН статуса до угнетения/депрессии показателей ИФН системы у 1 больного с пневмонией (Covid-19), без динамики 5 пациентов с угнетением интерферонового статуса, полная нормализация реакции ИФН-системы выявлена только у 2 больных (13,3 %).

Сделано заключение, что включение БАД в терапию больных легкими и среднетяжелыми формами ОРВИ позволяет в более короткие сроки справиться с клиническими симптомами заболевания, повысить эффективность проводимой комплексной терапии, снижая риск развития осложнений.

Список литературы

1. Сергун, В.П. Природные ресурсы Сибири и их применение в пищевых системах оздоровительного питания/ В.П. Сергун. Е. А. Береславец, Д.Д. Агеенко: коллективная монография «Инновационные технологии и биотехнологии в агропромышленной сфере и нутрициологии». СПб: Лань, 2024. С. 36-60.

ВЕГЕРО Ю.И., ГРУДЬКО Е.А., СОКОЛОВА П.С.
РОЛЬ ПИТАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СТРЕССОМ

*Гомельский государственный медицинский университет,
г. Гомель, Республика Беларусь
e-mail: Lizagrudko2@gmail.com*

VEGERO J.I., GRUDKO E.A., SOKOLOVA P.S.
THE ROLE OF NUTRITION IN STRESS MANAGEMENT

*Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus
e-mail: Lizagrudko2@gmail.com*

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы влияния продуктов питания на стрессоустойчивость человека. Представлена краткая характеристика веществ, повышающих и понижающих тревогу, а также даны рекомендации, направленные на снижение уровня стресса и улучшения общего самочувствия.

Ключевые слова: стресс, микроэлементы, макроэлементы, дефицит, нутриенты.

Abstract: The article examines the impact of food products on human stress resistance. A brief description of substances that increase and decrease anxiety is presented, as well as recommendations aimed at reducing stress levels and improving overall well-being.

Keywords: stress, microelements, macroelements, deficiency, nutrients.

Актуальность: в настоящее время наблюдаются неблагоприятные изменения в состоянии психического здоровья населения. Существует значительный рост случаев нервно-психических заболеваний, особенно тех, которые наиболее явно проявляются в ответ на психический стресс. Именно поэтому эта проблема является актуальной на сегодняшний день и требует тщательного изучения.

Цель исследования. Изучить влияние питания на уровень стресса, выявить основные принципы питания, способствующие снижению стрессовых реакций, и разработать рекомендации по оптимизации рациона

для поддержания эмоционального благополучия.

Материалы и методы исследования. Мы проанализировали научную литературу по теме влияния питания на уровень стресса. Воспользовались материалами медицинской литературы, содержащими доказательную экспериментальную и клиническую базу за последние 10 лет.

Результаты исследования и их обсуждение. Стресс – это естественная реакция организма на экстремальные обстоятельства, нарушающие эмоциональную стабильность и внутреннюю гармонию человека. Любое событие, вызывающее сильное эмоциональное напряжение, может привести к его возникновению.

В период стресса в организме активно синтезируются гормоны – адреналин и кортизол. Для их образования требуются витамины С, группы В, а также микроэлементы, такие как цинк и магний. Под воздействием стрессовых факторов эти вещества интенсивно расходуются, что приводит к их дефициту в организме. Недостаток витамина С и цинка снижает способность синтезировать коллаген, необходимый для здоровья кожи. Дефицит витаминов группы В замедляет процессы энергетического обмена и снижает когнитивные функции. Недостаток магния может вызывать головные боли и повышение артериального давления. [1]

Именно поэтому правильное питание позволяет восполнить дефицит этих веществ, обеспечивая организм необходимыми нутриентами.

Продукты, повышающие стрессоустойчивость:

Зеленые листовые овощи, такие как шпинат, кале и мангольд, насыщены магнием – элементом, который играет значимую роль в управлении стрессом. Магний способствует расслаблению мускулатуры и уменьшению уровня беспокойства, а также участвует в синтезе серотонина – биологически активного вещества, отвечающего за позитивное эмоциональное состояние.

Ягоды, такие как земляника, голубика, ежевика и годжи, представляют собой хороший источник антиоксидантов, питательных веществ и микроэлементов. Они способствуют нейтрализации окислительного процесса и снижению воспалительных реакций, которые могут усиливаться под воздействием стресса. Кроме того, ягоды могут положительно влиять на мыслительную активность и способствовать увеличению запасов жизненных сил. [3]

Зерновые, цельнозерновые продукты и паста из твердых сортов пшеницы являются отличным источником витаминов группы В и сложных углеводов, которые легко усваиваются организмом и надолго обеспечивают ощущение сытости. Кроме того, их употребление способствует улучшению функционирования нервной системы. Злаковые культуры станут хорошей базой питания не только в стрессовых ситуациях, но и в период стабильности и благополучия.

Мясные продукты богаты белком – основным элементом, необходимым для формирования всех клеток организма, включая нервные. Помимо этого, они содержат цинк, железо, фосфор и витамины группы В. Рекомендуется отдавать предпочтение постным видам мяса, особенно светлым сортам – куриному филе, индейке, телятине и ягнятине. А вот красное мясо стоит употреблять умеренно – не чаще 2-3 раз в неделю. Рыба и морепродукты, насыщенные белком, фосфором, кальцием, магнием и незаменимыми жирными кислотами, благотворно воздействуют на функционирование сердечно-сосудистой и нервной систем.

Ферментированные продукты, такие как натуральный йогурт с активными культурами, кефир, маринованные овощи, чайный гриб и яблочный уксус, являются источником полезных микроорганизмов. Ферментированная капуста брокколи также богата магнием. Употребление ферментированных продуктов способствует улучшению работы пищеварительной системы и снижению уровня тревожности. Однако при выраженном дисбалансе микрофлоры требуется дополнительное поступление пробиотических комплексов, содержащих лакто- и бифидобактерии.

Ключевым элементом контроля над стрессом является не только подбор питательных продуктов, но и отказ или значительное уменьшение потребления тех, которые могут усиливать физиологические реакции напряжения и отрицательно сказываться на эмоциональном благополучии.

Продукты, повышающие уровень тревоги:

Кофеиносодержащие напитки. Кофеин полезен для организма – он стимулирует деятельность головного мозга и сердечно-сосудистой системы, улучшает концентрацию, ускоряет метаболизм и способствует восстановлению после нагрузок. Однако, если его потребление превышает 400 мг в сутки, это может привести к усилению тревожности и росту эмоциональной нестабильности.

Алкоголь. Напитки, содержащие спирт, действуют как провоцирующий фактор стресса, вызывая в организме ту же реакцию, что и другие неблагоприятные воздействия. В процессе употребления алкоголя происходит выброс кортикостероидов, нарушается качество сна и повышается уровень тревожности. Более того, алкоголь обладает депрессивным эффектом – он угнетает функционирование нервной системы и усиливает стрессовые проявления.

Сладости. Кондитерские изделия и выпечка в основном состоят из простых углеводов и содержат глюкозу. Она необходима для стабильной работы головного мозга и нервной системы, но при чрезмерном употреблении может вызвать отрицательные последствия: сначала резкий скачок уровня сахара в крови, затем столь же стремительное его снижение. Такие колебания вредны для организма в любом состоянии, а в период стресса их влияние становится еще более выраженным.

Искусственные красители и консерванты. Определенные пищевые добавки, включая консерванты, красители и заменители сахара, способны оказывать негативное влияние на психоэмоциональное состояние. Например, бензоат натрия способствует развитию гиперактивности и резким перепадам настроения. [2]

Выводы. В настоящее время продукты питания не могут заменить лекарства для устранения стресса, неврозов, но они могут восполнять недостатки питательных веществ, затраченных на синтез гормонов стресса. Регулярное употребление продуктов, снижающих уровень тревоги, создаёт оптимальные условия для адаптации, минимизируя влияние негативных последствий.

Список литературы

1. Питание в борьбе со стрессом: [сайт]. Гомель, 2025. – URL: <https://mogcp.by/information-section/information/item/25-pitanie-v-borbe-so-stressom> (Дата обращения: 24.05.2025).

2. Питание при стрессе: [сайт]. Гомель, 2025. – URL: <https://www.maxmassage.ru/blogs/stati-maxmassage/pitanie-pri-stresse-rekomendatsii-zaprety> (Дата обращения: 24.04.2025).

3. Питание против стресса: лучшие продукты для управления напряжением: [сайт]. Гомель, 2025. – URL: <https://purshat.com/articles/detail/8648/> (Дата обращения: 24.05.2025).

ДОРОФЕЕВА Е.С., СКВОРЦОВА Р.Ю.
**БИОТЕХНОЛОГИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ**

Научный руководитель: Наумова Е.В., старший преподаватель Научно-образовательного центра иностранных языков и межкультурной коммуникации
Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, г. Санкт-Петербург
e-mail: rimma.skvorcova@spcpu.ru

DOROFEEVA E.S., SKVORTSOVA R.Y.
**BIOTECHNOLOGY: ACHIEVEMENTS AND DEVELOPMENT
PROSPECTS**

Scientific adviser: Naumova E.V., senior lecturer, Science and Education Center of Foreign Languages and Cross-Cultural Communication
St. Petersburg State University of Chemistry and Pharmacy,
Saint Petersburg
e-mail: rimma.skvorcova@spcpu.ru

Аннотация: Биотехнология, использующая биологические агенты, трансформирует отрасли промышленности. По прогнозам, к 2030 году ее влияние, которое уже наблюдается в таких областях, как ГМО и генная терапия, значительно возрастет, что приведет к росту ВВП и революционным изменениям в медицине и сельском хозяйстве. Этический и юридический надзор имеет решающее значение для ответственного развития.

Ключевые слова: биотехнология, генная инженерия, синтетическая биология, генетическая модификация, биофармацевтические препараты, микробиология, ГМО.

Abstract: Biotechnology is transforming industries with its use of biological agents. Its impact, already seen in areas like GMOs and gene therapy, is projected to significantly increase by 2030, driving GDP growth and revolutionizing medicine and agriculture. Ethical and legal oversight is crucial for responsible development.

Keywords: biotechnology, genetic engineering, synthetic biology, genetic modification, biopharmaceuticals, microbiology, GMOs.

Aim of the study. Social and economic risks and benefits are always in the spotlight of the scientific community. Biotechnological approaches, such as molecular modification, genetic engineering, and synthetic biology, are of paramount importance in the current era. Biotechnology is the industrial use of biological agents or their systems to produce valuable products and carry out targeted transformations. In this context, biological agents include

microorganisms, plant or animal cells, cellular components (cell membranes, ribosomes, mitochondria, chloroplasts), as well as biological macromolecules (DNA, RNA, protein-most often enzymes) [1]. Biotechnology also utilizes viral DNA or RNA to transfer foreign genes into cells. The aim of this article is to review the achievements, current status and prospects of biotechnology and to discuss its socio-economic significance and related issues.

Materials and methods of research. The sources used were modern scientific publications, reviews and analytical reports in the field of biotechnology, genetic engineering, synthetic biology and related disciplines.

Research results and their discussion. Through biotechnology, certain human needs are met, such as the development of medical drugs, modification or creation of new species of plants and animals, which enhances the quality of food products [2]. The main goal of biotechnology is to manage the genetic systems of organisms in a more sustainable and environmentally friendly manner [3].

The term itself has not been in our language for long; previously, terms like «industrial microbiology», «technical biochemistry», and others were used. Perhaps the oldest biotechnological process was fermentation using microorganisms. Evidence of this is found in a description of the beer-making process discovered in 1981 during excavations in Babylon on a tablet dated to around the 6th millennium BC. In the 3rd millennium BC, the Sumerians produced up to twenty different types of beer. Equally ancient biotechnological processes include winemaking, bread-making, and the production of fermented dairy products. In the traditional, classical sense, biotechnology is the science of methods and technologies for producing various substances and products using natural biological objects and processes [1]. The term «new» biotechnology, in contrast to «old» biotechnology, is used to differentiate bioprocesses that employ genetic engineering methods from more traditional forms of bioprocesses [2]. For example, the conventional production of alcohol through fermentation is considered «old» biotechnology, while the use of genetically engineered yeast in this process to increase alcohol yield is referred to as «new» biotechnology. Biotechnology is a crucial branch of modern biology that, like physics, became one of the leading priorities in global science and economy by the end of the 20th century. Biotechnology, as a science, established itself in the late 20th century, particularly in the early 1970s. It all began with genetic engineering when scientists were able to transfer genetic material from one organism to another without sexual reproduction. This was achieved using recombinant DNA (rDNA). This method is used to modify or improve a specific organism. The surge of research in biotechnology in global science occurred in the 1980s, and despite its relatively short existence, biotechnology has attracted significant attention from both scientists and the general public. It is predicted that by the early 21st century, biotechnological products will account for a quarter of all global production [3].

As for more modern biotechnological processes, they are based on recombinant DNA methods, as well as the use of immobilized enzymes, cells, or

cellular organelles. Modern biotechnology is the science of gene-engineering and cellular methods for creating and using genetically transformed biological objects to enhance production or obtain new types of products for various purposes. Biotechnology is an interdisciplinary field of scientific and technological progress that emerged at the intersection of biological, chemical, and technical sciences.

A biotechnological process includes several stages: preparation of the object, its cultivation, extraction, purification, modification, and utilization of the products. The multi-stage nature of the process necessitates the involvement of various specialists: geneticists and molecular biologists, biochemists and bio-organic chemists, virologists, microbiologists, and cellular physiologists, as well as engineering technologists and designers of biotechnological equipment, among others. In the Comprehensive Program for Scientific and Technological Progress of the member countries of the Council for Mutual Economic Assistance (CMEA), the primary tasks of biotechnology include the creation and widespread economic utilization of new biologically active substances and medicinal products for medicine (such as interferons, insulin, human growth hormones, monoclonal antibodies, etc.), which enable early diagnosis and treatment of severe diseases in healthcare [3].

Over the past few decades, biotechnology has achieved significant advancements that have profoundly impacted various sectors, including healthcare, agriculture, and environmental protection [1]. One of the most notable achievements in biotechnology is the creation of genetically modified organisms (GMOs), which are used to increase crop yields and improve their resistance to pests and diseases. For example, Bt corn was developed using a gene from the bacterium *Bacillus thuringiensis*, allowing the plant to produce a toxin that kills pests. This not only reduces the need for chemical pesticides but also contributes to more sustainable agricultural practices [2].

In medicine, advancements in biotechnology have also had a significant impact, particularly through the development of gene therapy methods that enable the treatment of hereditary diseases at the molecular level. An example of this is the treatment of spinal muscular atrophy (SMA) using the drug Zolgensma, which delivers a normal gene into the patient's cells. This treatment has the potential to change the lives of thousands of people suffering from this severe condition [1].

Synthetic biology, another area of biotechnology, has also demonstrated impressive achievements. This relatively new field allows for the creation of new biological components and systems. One significant example is the development of synthetic organisms capable of producing biodegradable plastics or even pharmaceutical products. Scientists have created bacteria that can produce flavors and fragrances for the food industry, opening new horizons for sustainable production [3].

Moreover, biopharmaceuticals have become an important area within biotechnology, focused on the development of drugs based on biological substances. Medications such as insulin, obtained using recombinant DNA

technology, have become a standard treatment for diabetes. Additionally, modern vaccines against COVID-19, such as the mRNA vaccines from Pfizer-BioNTech and Moderna, are a striking example of how biotechnology can rapidly respond to global threats, demonstrating how scientific advancements can lead to effective solutions in the face of a pandemic [2].

The prospects for biotechnology development by 2030 look promising, as many fields of science and technology continue to evolve, opening up new opportunities. According to forecasts from the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), by that year, biotechnology products are expected to account for nearly 3 % of GDP in developed countries [3]. Biotechnologies will be used to produce 80 % of medicines, 50 % of agricultural output, and 35 % of chemical industry products. The development of various types of biofuels will contribute to the diversification of the energy balance and the reduction of greenhouse gas emissions. Cellular, genomic, and post-genomic technologies will serve as the foundation for combating the spread of various diseases in humans and animals, producing biomaterials from renewable resources, restoring rare and endangered species of flora and fauna, and preserving the ocean's biological resources [1]. Improving methods for the bio-organic recycling of waste will help address the issues of waste disposal and recycling, reducing environmental pollution while simultaneously generating large volumes of biomass for subsequent industrial processing.

Advancements in modern technologies for breeding new varieties of agricultural crops and livestock with enhanced properties will facilitate the production of high-quality food with a balanced content of nutrients and vitamins. The emergence of new biotech platforms will contribute to an increase in the volume and speed of biotechnological product production. This primarily involves computational tools aimed at improving efficiency, new toolkits for potential developers, enhanced DNA and RNA synthesis capabilities, and more automated systems [3].

Conclusions. In conclusion, biotechnology is one of the most rapidly developing fields of science, possessing enormous potential for addressing pressing global issues. Advances in genetic editing, personalized medicine, agrobiotechnology, and synthetic biology are opening new horizons for improving quality of life and sustainable development. Each year, we witness impressive breakthroughs, such as the creation of effective vaccines, disease-resistant crops, and innovative treatment methods. However, these achievements also raise important ethical and legal questions that require careful consideration and regulation. The prospects for biotechnology by 2030 promise not only scientific discoveries but also significant impacts on the economy, healthcare, and ecology [2]. It is essential for society to actively participate in discussions on these issues and guide the development of biotechnology for the benefit of humanity. Thus, the future of biotechnology is not only inspiring but also demands a responsible approach to harnessing its potential.

Список литературы

1. Современные биотехнологии в жизни человека // Студенческий научный форум URL: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016021279> (дата обращения: 22.12.2024).
2. Достижения биотехнологии // Химия-2025 URL: <https://www.chemistry-expo.ru/ru/ui/17169/> (дата обращения: 22.12.2024).
3. Перспективы развития биотехнологии: новые направления, распространение и применение // URL: <https://eu.docs.wps.com/l/sIJTniJP3AftU-7oG?sa=601.1123&v=v2> (дата обращения: 22.12.2024).

ДУШЕЧКИНА Н.А.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭРГОНОМИЧНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОРОСТКОВ СЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

*Кемеровский государственный медицинский университет, г Кемерово
e-mail: adel.lex@list.ru*

DUSHECKINA N.A.

METHODOLOGICAL PROBLEMS AND ERGONOMIC METHODS OF OBTAINING FOOD SPROUTS OF SEED CROPS

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: adel.lex@list.ru*

Аннотация: Данная статья посвящена методологическим и технологическим проблемам получения проростков семян в качестве ценного пищевого продукта. В статье рассматриваются вопросы пользы проростков семян для организма человека. Основная часть статьи посвящена практическим рекомендациям по эргономике проращивания различных семян для регулярного использования в рационе питания.

Ключевые слова: проростки семян, польза, проращивание, проблемы, эргономичные методы, соотношение, количество.

Abstract: This article is devoted to the methodological and technological problems of obtaining seed sprouts as a valuable food product. The article examines the benefits of seed sprouts for the human body. The main part of the article is devoted to practical recommendations on the ergonomics of sprouting various seeds for regular use in the diet.

Keywords: seed sprouts, benefits, germination, problems, ergonomic methods, ratio, quantity.

«Пусть станет пища ваша лекарством, а лекарство – пищей»

Гиппократ

Большая часть нашего рациона состоит из семян, включающих злаковые, бобовые и прочие культуры. В составе семян в значительных количествах содержится запас питательных веществ для будущих растений: крахмал, белки и жиры. Однако все эти вещества содержатся в виде биополимеров, для расщепления и усвоения которых организму требуются значительные энергозатраты. Но даже в этом случае возможно лишь частичное усвоение компонентов, представляющих пищевую ценность. Качество веществ и степень усвоения значительно возрастают при проращивании пищевых семян. Под воздействием ферментов крахмал превращается в мальтозу, белки в аминокислоты, а жиры в жирные кислоты, и организм человека тратит гораздо меньше ресурсов на их переваривание и усвоение по сравнению с любыми продуктами, полученными из сухого зерна. Так же синтезируются витамины и другие полезные элементы, мобилизуется энергия растения [2].

В настоящее время получение проростков семян, за свою огромную пользу названных суперфудами, доступно всем. Но только небольшой процент людей более-менее регулярно использует их в пищу. На первый взгляд это может показаться странным, но после изучения информации о способах получения данного продукта все становится на свои места. Подавляющее большинство рекомендаций в сети Интернет своей сложностью и недостоверностью способны отпугнуть людей, желающих правильно питаться, но испытывающих дефицит времени в связи с занятостью.

Цель исследования. Исследовать проблемы получения пищевых проростков семенных культур и определить эргономичные методы получения данного пищевого продукта.

Материалы и методы исследования. Опрос, анализ литературы, эксперимент.

Проростки – это натуральный природный продукт. Все полезные вещества находятся в них в естественных, сбалансированных количествах и сочетаниях, эти вещества встроены в органическую систему живой ткани, и их усвоение положительно сказывается на здоровье человека [1]. Они являются легко получаемым и дешевым естественным источником витаминов, минеральных веществ, ферментов и аминокислот, в семенах они находятся в наиболее концентрированном виде [4].

О целебных свойствах проростков давно знали наши предки. Тибетские монахи и кавказские долгожители подпитывали свои силы пророщенным зерном. Китайские мореплаватели ели пророщенную зеленую чечевицу как средство от цинги. В Древнем Китае проростки бобов служили лекарством от многих болезней. В России проростки использовались как оздоровительный продукт для жителей Крайнего

Севера, полярников, геологов и космонавтов [3].

Под действием ауксинов и гиббереллинов в прорастающих семенах происходит образование или увеличение количества витаминов В₁, В₂, В₆ и К (до десяти раз), фолиевой кислоты и витамина С, увеличивается содержание аминокислот (прежде всего, лизин), омега-3 жирных кислот (альфа-линоленовая кислота), ферментативная активность и количество клетчатки. Происходит (желаемое) уменьшение количества газообразующих веществ, дубильных веществ (танин), ингибиторов протеазы, содержания крахмала, глютенa, калорийности (вода) [4].

Исследования показывают, что пророщенные семена содержат значительное количество минеральных солей железа, кальция, фосфора, присутствуют также соли меди, цинка, йода, бора, никеля, кобальта. Кроме того, биологически значимые количества кремния, имеющего особое значение для формирования структуры кожи, волос, ногтей, костей; хрома, влияющего на углеводный обмен и образование инсулина, нормализующего функцию щитовидной железы, деятельность иммунной системы, способствующего рассасыванию атеросклеротических бляшек, предохраняющего белки миокарда от разрушения; фтора, необходимого для формирования зубной эмали; бора, который способствует удержанию кальция в организме, сохранению ясности ума; цинка, необходимого для синтеза гормонов (инсулина в том числе) белка и ненасыщенных жирных кислот, сохранения умственной активности – и всё это в натуральном (оптимальном), органическом виде (природном комплексе), эволюционно приемлемом и привычном для усвоения человеческим организмом [1].

При прорастании семян происходит еще один значимый процесс - расщепление фитиновой кислоты, содержащейся преимущественно во внешних оболочках зерен или внутри эндосперма. Фитиновая кислота обладает комплексообразующими свойствами и связывает в желудке и кишечнике человека поступающие с питанием минеральные вещества, в первую очередь железо, цинк, кальций и магний, после чего данные вещества находятся в нерастворимой форме и больше не доступны для организма. Так же она образует комплексы с пищевыми белками, они становятся нерастворимыми или плохо усваиваются. Фитиновая кислота может оказывать ингибирующее действие на различные ферменты, в частности она может ингибировать пищеварительные ферменты пепсин и трипсин.

В процессе замачивания и проращивания семян активируется фермент фитаза, которая разлагает фитиновую кислоту, тем самым обеспечивая биодоступность белков, микро- и макроэлементов [4].

Немаловажным следствием проращивания является значительное (но не полное) снижение количества глютенa в зернах злаковых.

Преимущества пророщенных зерен:

– улучшение пищеварения за счет большого количества клетчатки и

ферментов;

- снижение риска развития онкологий, диабета и сердечно-сосудистых патологий;
- насыщение микроэлементами;
- снижение уровня холестерина в 2-3 раза;
- повышение иммунитета и настроения;
- нормализация обмена веществ и состава крови;
- улучшается состояние волос, ногтей, зубов, острота зрения;
- обеспечение организма антиоксидантами и биологически активных веществами, что замедляет процесс старения на клеточном уровне.

Противопоказания:

- пророщенные зерна нельзя употреблять при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и после хирургических вмешательств;
- аллергические реакции на глютен;
- проростки не рекомендуют употреблять детям до 12 лет.

Если у вас есть сомнения в пользе проростков именно в контексте состояния вашего здоровья, проконсультируйтесь с врачом.

Какие культуры выбрать для проращивания

Для проращивания семян обычно используются злаки (пшеница, овес, полба, рис), зеленая гречка, очищенные семена подсолнечника, бобовые (маш, нут, чечевица, соя), лен, киноа, черный кунжут, чиа. Не используется красная фасоль ввиду содержания в ней фазина.

Проростки пшеницы содержат много белка, углеводов и витамина В.

Проростки нута и чечевицы содержат много антиоксидантов и витамина С, которые помогут снизить риск развития рака и простудных заболеваний.

Проростки сои содержат много фитоэстрогенов, которые могут улучшить здоровье женщин и помочь справиться с менопаузой.

Проростки гречихи полезно употреблять при анемии, потерях крови и болезнях сердечно-сосудистой системы. Они способствуют повышению гемоглобина и укрепляют стенки сосудов.

Проростки льна – источник растительных белков и жирных кислот Омега-3 и Омега-6. Они помогают при нарушении работы ЖКТ, астме, диабете, артрите, онкологии.

Проростки кунжута содержат много кальция, поэтому их рекомендуется употреблять для профилактики остеопороза, при проблемах с опорно-двигательным аппаратом, а также беременным женщинам [3].

Как правильно выбрать зерно:

1. Зерно должно быть не протравленное и ничем не обработанное.
2. Зерно не должно подвергаться термической обработке.
3. Не должно быть деформированных семян.
4. Недопустимо наличие насекомых.

Результаты исследования и их обсуждение. В рамках проведения

исследования было опрошено 20 человек. Им был задан вопрос: «Хотели бы вы заняться регулярным проращиванием семян для питания?» 8 человек ответили отрицательно, обосновав это тем, что считают проростки невкусными. 2 человека признались, что время от времени проращивают маш или покупают в магазине. 10 человек сказали, что желание есть, но не делают этого, потому что по информации, полученной из сети Интернет, это хлопотно и времязатратно. На вопрос, стали бы они заниматься этим, если бы процесс не требовал много сил, времени и внимания, ответили утвердительно.

Действительно, технологии проращивания, описанные в источниках сети Интернет, способны оттолкнуть от идеи производства суперфуда. Новичкам предлагают приобретать специальные устройства, замачивать семена с последующим промыванием несколько раз в день, помещать семена под марлю, которую несколько раз в день опрыскивать из пульверизатора, следить за процессом. Отдельное напряжение создает информация о небезопасности продукта вследствие появления плесени, развития бактерий, необходимости обрабатывать проростки раствором перманганата калия. Еще одним камнем преткновения является информация о длительности процесса (2-4 дня).

Нами было проведено исследование, направленное на поиск более эргономичных технологий проращивания семян для питания.

Эксперимент проводился по двум направлениям: определение наиболее простых условий для проращивания и оптимального количества воды, которое семена впитают без остатка, что избавит их от загнивания, а человека от необходимости постоянно их промывать.

Все семена были разделены на 3 группы:

Крупные семена: нут, маш, чечевица, подсолнечник, пшеница, полба.

Мелкие семена: лен, черный кунжут, чиа, амарант, киноа.

Специфические семена: зеленая гречка.

Крупные и специфические семена проращиваются в обыкновенной посуде с крышкой. Это может быть керамическая или стеклянная чашка, глиняный горшочек.

Мелкие проращиваются в обыкновенной чашке, в которую уложена ткань. Для этого не стоит использовать салфетки, полотенца или марлю, так как прорастающие корешки проникают между ячейками и волокнами этих материалов и при извлечении будут ломаться. Лучше использовать 2 лоскута плотной бязи размером 30х30 см, свернутой в 4 слоя, один из которых станет подложкой, а другой укрывной частью. Ткань после употребления проростков можно прополоскать, высушить и использовать повторно.

Эргономичная технология проращивания крупных семян:

1. Насыпать в посуду 2-3 столовые ложки семян.
2. Промыть 2-3 раза.

3. Залить чистой водой на 1 см выше уровня семян.

4. Накрыть крышкой и оставить на столе при комнатной температуре. Появление проростков бобовых начнется через 16-20 часов, злаковых через 24 часа.

Эргономичная технология проращивания мелких семян:

1. В чашку уложить хорошо смоченную водой бязевую подложку.

2. Насыпать в посуду 2 столовые ложки семян.

3. Залить водой из расчета 1 столовая ложка воды на одну столовую ложку семян, перемешать.

4. Накрыть хорошо смоченной укрывной частью и оставить на столе при комнатной температуре. Спустя 8-10 часов подложку нужно пошевелить, чтобы насытить семена воздухом. Появление проростков произойдет через 24 часа.

Эргономичная технология проращивания зеленой гречки:

1. Насыпать в посуду 2-3 столовые ложки семян.

2. Промыть 2-3 раза.

3. Залить водой из расчета 1 столовая ложка воды на одну столовую ложку семян.

4. Накрыть крышкой и оставить на столе при комнатной температуре. Появление проростков начнется через 12-16 часов.

Употреблять семена можно после появления белого корешка длиной 2-5 мм, 50-70 грамм в день, тщательно пережевывая. Их можно использовать в составе зеленых салатов, в качестве полезного гарнира и самостоятельно. Очень полезно есть проростки на завтрак, а остатки можно хранить в холодильнике в той же посуде в течение 2 суток.

Появление плесени на этапе прорастания (при надлежащем качестве семян) исключено. Здоровое прорастающее семя не плесневеет.

Начинающим практиковать проращивание рекомендуется начать с крупных семян и зеленой гречки.

Проращивание семян таким образом не требует постоянного контроля, промывания, опрыскивания. Семена не задохнутся, не закиснут и не пересохнут благодаря созданию благоприятных условий и выверенному количеству воды.

Рекомендации для проращивания отдельных видов семян:

1. Лен и чиа лучше проращивать в смеси с другими мелкими семенами, которые не дают слизи, например, с черным кунжутом или амарантом. Так больше вероятность, что они не задохнутся.

2. Киноа перед закладкой необходимо хорошо промыть в ситечке под проточной водой, чтобы проростки не горчи́ли.

3. Для повышения сочности проростков бобовых их можно за 20-30 минут до еды залить прохладной водой.

Выводы. Употребление в пищу пророщенных семян различных культур повышает качество питания, насыщает организм полезными

нутриентами, способствует оздоровлению организма, повышению иммунитета, улучшению настроения и энергичности.

Прорастить семена можно самостоятельно, без лишних временных затрат, применяя простые эргономичные методы: создание оптимальных условий и использование выверенного количества воды, которое семена впитают полностью.

Список литературы

1. Бутенко, Л.И. Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы // Пятигорский филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава РФ / Л.И. Бутенко, Л.В. Лигай / Пятигорск, 2023. : [Электронный ресурс]. URL: <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2013/4-5/31374.pdf> (дата обращения: 17.05.2025)

2. Мячикова, Н.И. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека / Н.И. Мячикова, В.Н. Сорокопудов, О.В. Биньковская // Современные проблемы науки и образования, 2022. № 5 : [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7007> (дата обращения: 12.05.2025)

3. Проростки семян: в чем польза и как правильно прорастить // Россельхозцентр. – 2021: [Электронный ресурс]. URL: <https://rosselhoccenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/privolzhskiy/kirovskaya-oblast/prorostki-semyan-v-chem-polza-i-kak-pravilno-prorastit/?ysclid=mb3j52kzpg237369159> (дата обращения: 14.05.2025)

4. Фитиновая кислота или фитат и замачивание или проращивание // Учреждение здоровья и питания. 2021 : [Электронный ресурс]. URL: <https://www.diet-health.info/ru/100001/papers/6294/nutrition/phytinsaeure-bzw-phytat-undfitinovaa-kislota-ili-fitat-i-zamac-i> (дата обращения: 12.05.2025)

ЕНОКТАЕВА О.В., НИКОЛЕНКО М.В., ДЖАБРАИЛОВ А.А. ОГЛЫ,
БОТОВ А.С., СИВКОВА Д.С.
**ДИЕТОТЕРАПИЯ ПРИ ЭРОЗИВНО-ЯЗВЕННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА, АССОЦИИРОВАННЫХ С
CANDIDA SP.**

*Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень
e-mail: pechkanova@mail.ru*

ENOKTAEVA O.V., NIKOLENKO M.V., DZHABRAILOV A.A. OGLY,
BOTOV A.S., SIVKOVA D.S.
**DIET THERAPY FOR EROSIIVE AND ULCERATIVE LESIONS OF
THE GASTROINTESTINAL TRACT ASSOCIATED WITH
CANDIDA SP.**

*Tyumen State Medical University, Tyumen
e-mail: pechkanova@mail.ru*

Аннотация: Зачастую эрозивно-язвенные поражения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) находятся в ассоциации с кандидозной инфекцией. Разработка диетических продуктов питания, предназначенных для профилактики и лечения данных заболеваний пищеварительной системы, является актуальным направлением в современной медицине.

Ключевые слова: заболевания ЖКТ, *Candida sp.*

Abstract: Erosive and ulcerative lesions of the gastrointestinal tract are often associated with candidal infection. The development of dietary foods intended for the prevention and treatment of these diseases of the digestive system is an urgent area in modern medicine.

Keywords: gastrointestinal diseases, *Candida sp.*

Цель исследования. Изучить особенности диетотерапии при эрозивно-язвенных поражениях ЖКТ, ассоциированных с кандидозной инфекцией.

Материалы и методы исследования. Анализ литературных данных по теме «Диетотерапия при эрозивно-язвенных поражениях желудочно-кишечного тракта, ассоциированных с *Candida sp.*».

Результаты исследования и их обсуждения. Нарушение работы иммунной системы у пациентов с эрозивно-язвенными поражениями ЖКТ приводит к колебаниям видового состава биоценоза кишечника и контаминации патогенными микроорганизмами слизистой желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), что подтверждается морфологическими и эндоскопическими изменениями. Например, при гистологическом исследовании биоптата двенадцатиперстной кишки были определены морфологические изменения слизистой оболочки, а между дуоденальными ворсинками были выявлены округлые клетки *Candida sp.* [1, 3].

В борьбе с инфекционными агентами во врачебной практике зачастую применяются антибиотики, которые так же приводят к количественным и качественным колебаниям симбионтной микрофлоры хозяина, что способствует развитию антибиотик-ассоциированной диарее и переходу *Candida sp.* от комменсального к патогенному типу существования, приводящее к инвазивному повреждению стенок кишечника микромицетами и замедленной репарации язвенного дефекта [2, 3, 4]. К прогрессированию инфекционного процесса так же приводят современное экологическое неблагополучие, неконтрольное использование лекарственных препаратов, хронические заболевания, несбалансированное питание (избыток или недостаток тех или иных нутриентов, избыточное потребление углеводов) [3, 5].

Для предотвращения патологических изменений со стороны ЖКТ пациентам необходимо соблюдать диетотерапию. Наиболее высокую профилактическую эффективность имеют быстрорастворимое новозеландское козье молоко «Амалтея» и препараты, содержащие бактериологические продукты: пребиотики (олигосахариды, способствующие росту позитивной флоры), пробиотики (препараты активной микрофлоры), метаболические экстракты из пробиотических микроорганизмов – продукты метаболизма позитивной флоры, которые, подобно олигосахаридным пребиотикам, стимулируют рост собственного пейзажа кишечной микробиоты хозяина и выступают в роли антогонистов патогенной микрофлоры. К организмам, продуцирующим метабиотики относятся *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* [2, 3, 6].

Еще одним важным направлением в диетотерапии при эрозивно-язвенных поражениях ЖКТ ассоциированных с *Candida sp.* является употребление специализированных продуктов лечебно-профилактического назначения на основе растительного сырья, оказывающих положительный эффект на баланс полезной микрофлоры кишечника, способных нормализовать обменные процессы в организме больного и запускать репаративные процессы на пораженных участках пищеварительной системы [7].

Например, новые сорта голозерного посевного овса (*Avena nudum*) являются ценной пищевой культурой и имеют широкий спектр применения в диетотерапии для улучшения качества здоровья больных с проблемами ЖКТ [8].

Выводы. В связи с тем, что ЖКТ является основным резервуаром микромицетов *Candida sp.* в организме человека, зачастую эрозивно-язвенные поражения желудка и двенадцатиперстной кишки находятся в ассоциации с кандидозной инфекцией. Диетотерапия (воздержание от употребления кисломолочных напитков, сладких блюд, выпечки из дрожжевого теста) и употребление специализированных продуктов

лечебно-профилактического назначения на основе растительного сырья позволяют ускорить репарационные процессы слизистой органов пищеварительной системы и эффективнее справляться с хроническими обострениями при лечении болезней ЖКТ. Поэтому разработка диетических продуктов питания, предназначенных для профилактики и лечения различных заболеваний пищеварительной системы, является актуальным направлением в современной медицине.

Список литературы

1. Щербаков И.Т., Виноградов Н.А., Леонтьева Н.И., Грачёва Н.М., Филиппов В.С. Филиппова О.А. Морфология слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки у пациентов с синдромом раздражённого кишечника при контаминации кампилобактером, криптоспоридиями и грибами рода *Candida* // Морфологические ведомости. – 2017. – Т. 25. – №. 3. – С. 32-36.
2. Шаповалова М.М., Будневский А.В., Кравченко А.Я., Дробышева Е.С., Овсянников Е.С. Патогенез, современные аспекты профилактики и терапии антибиотик-ассоциированной диареи // Архив внутренней медицины. – 2018. – Т. 8. – №. 6 (44). – С. 424-429.
3. Маланичева Т.Г., Нарыков Р.Х., Денисова С.Н. Особенности течения и диетотерапии у детей с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, ассоциированной с грибами рода *Candida* // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – №. 5. – С. 87-90.
4. Еноктаева О.В., Николенко М.В., Трушников Д.Ю. Механизмы адаптации грибов рода *Candida* (обзор литературы) // Проблемы медицинской микологии. – 2022. – Т. 24. – №. 3. – С. 4-7.
5. Кольцов И.П., Стрельникова Н.В., Витько Е.В., Витько, Л.Г., Савлюк О.Е. Микробиологические свойства условно-патогенных сахаромикетов рода *Candida* при хронических, рецидивирующих инфекционно-воспалительных процессах (обзор литературы) // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2023. – №. 1 (91). – С. 19-26.
6. Плотникова Е.Ю., Грачева Т.Ю. Метабиотики-комплексное решение дисбиотических проблем при различных заболеваниях // РМЖ. – 2018. – Т. 26. – №. 5-2. – С. 72-76.
7. Пилат Т.Л., Лашина Е.Л., Коляскина М.М., Безрукавникова Л.М., Коростелева М.М., Гуревич К.Г., Лагутина Н.П., Ханферьян, Р.А. Влияние специализированного диетического коктейля с растительными компонентами на репаративные процессы при различных заболеваниях желудочно-кишечного тракта // Поликлиника. – 2020. – №. 1-2. – С. 100-104.
8. Елисеева Т., Ямпольский А. Овсянка // Журнал здорового питания и диетологии. – 2021. – Т. 1. – №. 15. – С. 43-61.

КАРАВАЕВ В.Е., ВАРНИКОВА О.Р., ФИЛОСΟΦΟΒΑ М.С.
**АКТИВНАЯ ИММУНИЗАЦИЯ КАК ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩАЯ
БИОТЕХНОЛОГИЯ**

*Ивановский государственный медицинский университет, г. Иваново
e-mail: ovarnikova@mail.ru*

KARAVAEV V.E., VARNIKOVA O.R., FILOSOPHOVA M.S.
**ACTIVE IMMUNIZATION AS A HEALTH-SAVING
BIOTECHNOLOGY**

*Ivanovo State Medical University, Ivanovo
e-mail: ovarnikova@mail.ru*

Аннотация: В статье представлено наше видение состояния и значения вакцинопрофилактики для сохранения здоровья населения. Рассмотрены имеющиеся проблемы с различных позиций. С целью совершенствования сложившейся ситуации предложены некоторые аспекты изменения системы вакцинации, обоснована необходимость поиска путей оптимизации. Наши наблюдения свидетельствуют, что модернизация происходит, но эффективность ее зависит от заинтересованности и активности исправления ошибок.

Ключевые слова: вакцинация; организация; просветительская работа, формы, эффективность.

Abstract: The article presents our vision of the state and importance of vaccination for maintaining public health. The existing problems are considered from various positions. In order to improve the current situation, some aspects of changing the vaccination system are proposed, the need to find ways to optimize is substantiated. Our observations indicate that modernization is taking place, but its effectiveness depends on the interest and activity in correcting errors.

Keywords: vaccination; organization; educational work, forms, efficiency.

Цель исследования. Осмысление и принятие правильных решений в вопросах повышения эффективности вакцинопрофилактики, помогающей не только элиминации возбудителей управляемых инфекций, но и позволяющей сохранить и повысить здоровье населению страны. Совершенствование работы по просвещению населения в вопросах вакцинопрофилактики актуально и в настоящее время. Быть здоровым должно быть выгодно не только каждому гражданину, но и врачам, и руководителям здравоохранения, что будет способствовать сохранению и приумножению здоровья соотечественников.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ состояния дел в данном направлении деятельности врачей в поликлиниках, обобщен опыт работы, сопоставлены условия и способы работы в прошлом и настоящем. В соответствии с целью работы в пяти поликлиниках провели изучение 384

амбулаторной карты на предмет организации и правильности введения вакцин. Проанализировали наш многолетний опыт работы по вакцинопрофилактике, в том числе и в коммерческих центрах, позволяющий подвести некоторые итоги прожитого и пережитого, соотнести успехи и неудачи, поделиться опытом с окружающими.

Результаты исследования и их обсуждение. Болезнь легче и дешевле предупреждать, чем лечить [1]. Современное получение вакцин и их применение – во многом инновационная технология природоподобная, так как готовят из ослабленных возбудителей или их фрагментов, отвечающих за выработку антител и, соответственно, обеспечивающих защиту организма человека от болезней. В стране постоянно проводится работа по совершенствованию технологий получения вакцин, для снижения риска развития нежелательных последствий, повышению безопасности их использования и уровня защиты. Современные технологии служат здоровью, подтверждением этого является вакцина Спутник V, полученная путем включения антигенов в экспрессируемые векторы. Разработаны новые методологии получения иммунных препаратов с использованием технологии рекомбинантной ДНК. Полностью удаляют вирулентные гены или проводят мутации с целью их инактивации. В последние годы все шире применяют вакцины, созданные на основе микробных компонентов (расщепленные).

Наш опыт экспертной работы свидетельствует, что в первичном звене здравоохранения при проведении прививок имеются недостатки. Например, настораживают отдельные факты проведения вакцинации на фоне болезни, когда пациенты лечатся у врачей-специалистов, либо на фоне обострения хронического заболевания, так как иммунной системе после вакцинации приходится работать более напряженно. Курс вакцинации не всегда осуществляется полностью, поэтому уровень антител не достигает защитного уровня. Такие подходы к проведению профилактических прививок экономически нецелесообразны.

Объективное состояние дел в поликлиниках свидетельствует, что ещё значительная часть взрослого населения не привита против вирусного гепатита «В», т.е. подчищающая вакцинация не завершена, недостаточно полно осуществляется ревакцинация против дифтерии и столбняка, а это значит, что существует риск их заражения. Поэтому необходимо выявить всех не получивших прививки и провести вакцинацию, т.к. вероятность заболевания с возрастом увеличивается. Снижение охвата населения прививками и внимания к ним со стороны медицинских работников ведет к повышению уровня инфекционной заболеваемости, в том числе в виде вспышек и эпидемий [2, 3].

Проведение прививок, осуществляемых в коммерческих медицинских организациях, не только эффективно, но и способствует повышению уровня охвата населения прививками, и отвечает запросам и потребностям

населения и практического здравоохранения. Они оказывают практическую и методическую помощь коллегам и жителям области, но и гостям, приезжающим на отдых, и жителям соседних территорий, проводя большую организационную, консультативную, методическую работу с врачами медицинских организаций и санитарно-просветительную – с населением [4].

Известно, что 80 % населения главным считают здоровье, но только 20 % активно участвуют в его сохранении, следует отметить, что число россиян, отдающих приоритет здоровью, растет. Многим пациентам нужна психологическая поддержка. В частности, для увеличения охвата детей прививками родителям необходимо показать их важность для предупреждения возможного развития заболевания и понимание процессов, происходящих в организме.

Опубликовать социальную информацию в газетах, журналах затруднительно, так как редакции заинтересованы в оплате, им выгоднее разместить платные объявления, рекламные материалы, чем данную информацию. Просветительство важный раздел работы, осуществляемое в процессе сотрудничества между врачом и пациентом, эффективного взаимодействия врача с родителями. Умение раскрыть положительные стороны вакцинопрофилактики, формировать оптимистическое настроение, вызывать доверие искренностью и логикой – необходимая часть врачебной деятельности. Эта работа должна оплачиваться, а для её проведения необходимо предусматривать рабочее время. Эффективное использование населением полученной информации помогает правильно сориентироваться при решении вопросов о целесообразности прививаться.

Врачам нужны тренинги, обучение психологическим навыкам взаимодействия со слушателями. Мерилом успешности работы в современных условиях являются материальные выгоды от снижения заболеваемости управляемыми инфекционными болезнями, тем самым здравоохранение вносит достойный вклад в экономику государства, особенно в условиях дефицита рабочей силы. В реальных условиях оценить вклад медиков, осуществляющих вакцинацию, реально сложно, но это не значит, что он отсутствует, а значит, что выгоды должно обеспечить государство с учетом экономической значимости этой работы в будущем. Каждый рубль, вложенный в профилактику, позволяет существенно сэкономить бюджетные средства необходимые в других сферах здравоохранения.

Область задач, стоящих перед врачами, существенна: с помощью вакцин можно достичь больших успехов по предупреждению развития инфекционных и неинфекционных заболеваний и спасению человеческих жизней. Для этого необходимо делиться знаниями, быть полезными другим, с учетом реальных обстоятельств.

Выводы. Вакцинопрофилактика как наиболее эффективный способ

профилактики требует меньше затрат, чем другие предупредительные и лечебные мероприятия. Поэтому, какой будет заболеваемость инфекционными болезнями и здоровье общества, во многом зависит не только от населения, но и от активности медицинских работников и руководителей отрасли.

Список литературы

1. Таточенко В.К., Озерцовский Н.А. Иммунопрофилактика – 2018. – М.: Боргес, 2018 – 272 с.
2. Curran D. Et all. A cost analysis of the potential implications of delayed pertussis vaccination in the US *Pediatr Infect Dis J.* – 2016. – № 35(5). – S. 524-547.
3. Remedium 11.07.2017.
4. Караваев В.Е., Яковлева Н.Д. Опыт работы с пациентами при отказе от вакцинации. *Children's Medicine of North-West.* – 2021. – Т. 9. – № 1. – С. 171-172.

¹КУШНЕРЁВА А.А., ²КОЖУХОВА М.А., ²КОВТУН Е.С. НИЗКОКАЛОРИЙНЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ СОУСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

¹Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар
²Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар
e-mail: annakozh@yandex.ru

¹KUSHNEREVA A.A., ²KOZHUKHOVA M.A., ²KOVTUN E.S. LOW-CALORIE FERMENTED MILK SAUCES FOR FUNCTIONAL PURPOSES

¹Kuban State Medical University, Krasnodar
²Kuban State Technological University, Krasnodar
e-mail: annakozh@yandex.ru

Аннотация: с целью обеспечения категорий населения, контролируемых массой тела, разработана линейка низкокалорийных кисломолочных соусов, содержащих пре- и пробиотики. Обосновано использование пюре топинамбура в составе соусов, оптимизировано его содержание, которое обеспечивает высокие органолептические и биотехнологические показатели разработанных продуктов.

Ключевые слова: низкокалорийные продукты, кисломолочные соусы, пюре топинамбура, пребиотики, пробиотики

Abstract: In order to provide weight-controlling categories of the population, a range of low-calorie fermented milk sauces containing pre- and

probiotics has been developed. The use of Jerusalem artichoke puree in sauces is justified, its content is optimized, which ensures high organoleptic and biotechnological indicators of the developed products.

Keywords: low-calorie foods, fermented milk sauces, Jerusalem artichoke puree, prebiotics, probiotics

Введение. В последние десятилетия во многих экономически развитых странах отмечается значительный рост доли населения, страдающего ожирением и избыточной массой тела. Проблема затрагивает все возрастные группы и, по мнению ряда авторов, приобретает масштабы эпидемии [2]. Основная причина сложившейся ситуации – превышение потребляемых калорий над их расходом. В связи с этим, актуальной задачей является обеспечение населения продуктами питания, обладающих достаточно высокой пищевой ценностью, но пониженной калорийностью.

Позитивное влияние на функционирование многих систем человеческого организма оказывают функциональные продукты, содержащие пре- и пробиотики. Они способствуют нормализации микрофлоры кишечника, улучшают деятельность желудочно-кишечного тракта, повышают иммунитет. В последнее время установлено, что у людей, страдающих ожирением, наблюдается дисбаланс кишечной микрофлоры, и пробиотики в этом случае могут оказывать значительный терапевтический эффект [2,3].

Цель исследования. Разработка низкокалорийных кисломолочных соусов, обогащенных пре- и пробиотиками.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили молоко жирностью 2,5 %, пюре топинамбура, содержащее пребиотик – инулин (16 %), а также приготовленные из них растительно-молочные смеси, ферментированные пробиотической закваской «Бифилакт-АД» (Биофабрика, г. Углич). Пюре топинамбура и молоко смешивали в различных соотношениях, гомогенизировали, пастеризовали 10 мин при 85 °С, охлаждали до 37 °С, вносили закваску, ферментировали в течение 8-9 часов, через каждый час измеряли активную и титруемую кислотность стандартными методами. Процесс считали завершенным при достижении титруемой кислотности 80 °Т и образовании плотного сгустка. После этого образцы охлаждали и хранили при температуре 4-6 °С. Через сутки проводили органолептическую оценку по 5-балльной системе. На основании данных об изменении рН рассчитывали максимальную скорость кислотообразования (V_{max}) в соответствии с методикой, приведенной в работе [4]. Планирование эксперимента и статистическую обработку результатов проводили в пакете прикладных программ STATISTICA 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе определяли оптимальное количество пюре топинамбура в молочно-растительной смеси и дозировку пробиотической закваски. Для этого был

спланирован и реализован двухфакторный эксперимент в соответствии с матрицей, представленной в таблице 1. Критериями оптимизации служили общая дегустационная оценка образцов и максимальная скорость кислотообразования.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Значения факторов в условных координатах		Значения факторов в натуральном выражении		Дегуст. оценка	Vmax×10 ³ , ед.рН/мин
	X	Y	конц.топ., %	конц.закв.,%		
1	-1	-1	10	3	4,4	4,3
2	-1	0	10	6	4,8	4,4
3	-1	1	10	9	4,5	4,6
4	0	-1	30	3	4,5	4,5
5	0	0	30	6	5,0	5,0
6	0	1	30	9	4,6	5,0
7	1	-1	50	3	3,5	4,7
8	1	0	50	6	4,0	4,9
9	1	1	50	9	3,6	4,9

После обработки данных эксперимента в пакете STATISTICA 10.0 получены графические зависимости, представленные на рисунках 1 и 2.

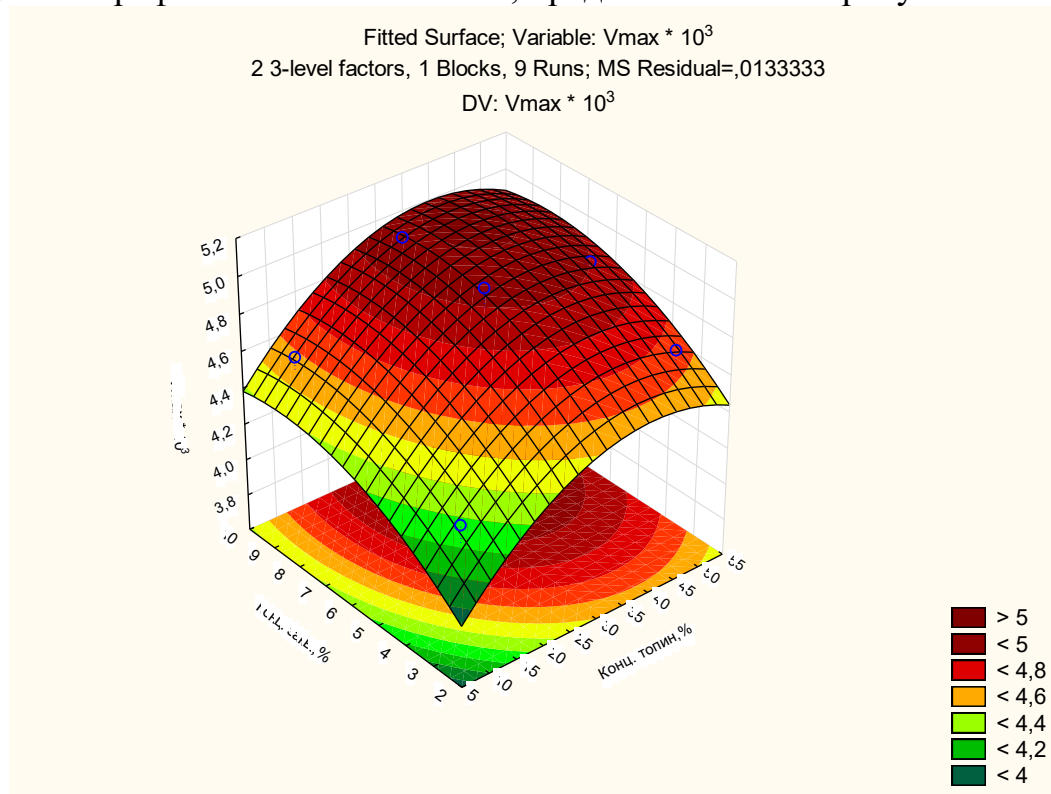


Рисунок 1 – Зависимость органолептической оценки ферментированного продукта от концентрации пюре топинамбура в смеси и дозировки закваски

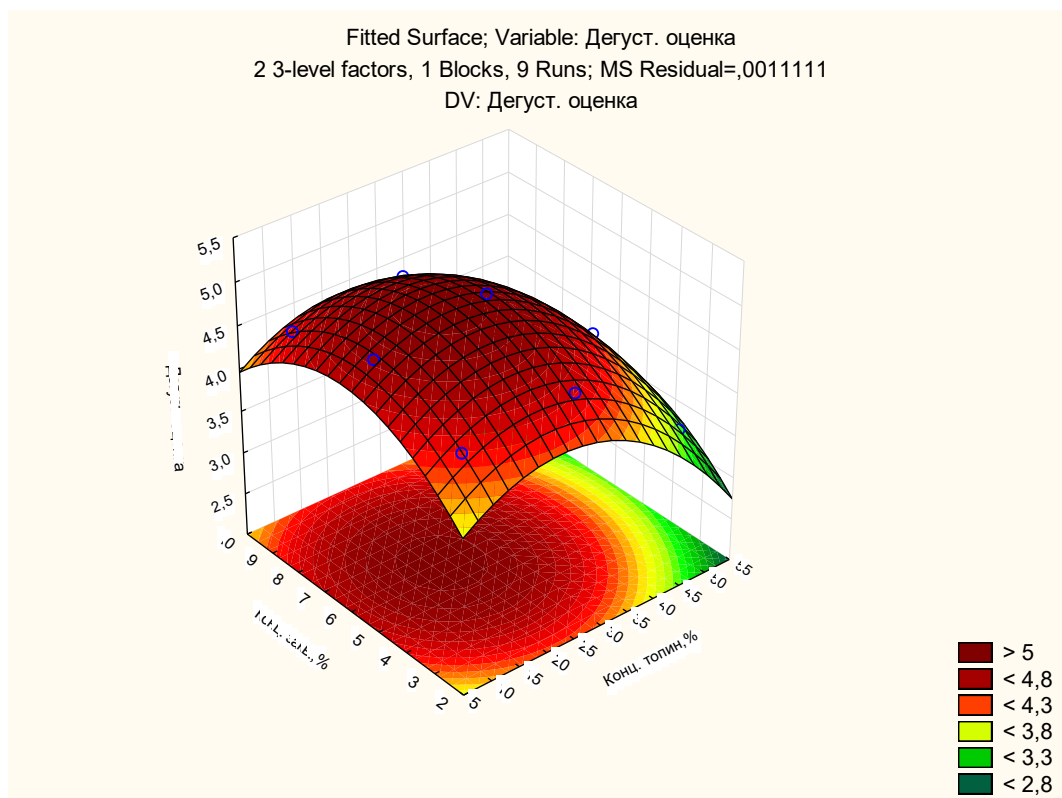


Рисунок 2 – Зависимость максимальной скорости кислотообразования от концентрации пюре топинамбура в смеси и дозировки закваски

Анализ графических зависимостей показывает, что высокую дегустационную оценку имеют образцы с содержанием пюре 13-33 % и дозировкой закваски 5-7 %, а наибольшую скорость кислотообразования обеспечивает концентрация пюре 25-50 %, закваски – 5,5-9 %. Исходя из этого, оптимальными значениями по двум критериям являются: содержание пюре топинамбура – 30 %, дозировка закваски – 6 %.

При исследовании образцов в процессе хранения было установлено, что добавление пюре топинамбура в продукт замедляет синерезис, повышает выживаемость пробиотических микроорганизмов и обеспечивает их количество в течение двух недель хранения не менее 10^6 КОЕ/г. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в работе [1].

Для улучшения вкуса и аромата ферментированного продукта в молочно-растительную основу вносили натуральные специи – черный молотый перец, куркуму, а также ароматизаторы: «Петрушка», «Укроп», «Горчица», «Мята», «Лимон». Это позволило создать линейку кисломолочных соусов и рекомендовать их для заправки овощных и фруктовых салатов, а также в качестве дополнения к различным гарнирам и вторым блюдам. Калорийность разработанных соусов составляет 48-50 ккал на 100 г.

Выводы. В результате проведенных исследований обосновано

применение пюре топинамбура в составе пробиотического кисломолочного продукта, определено его оптимальное содержание (30 %), которое обеспечивает высокую скорость кислотообразования при ферментации и благоприятные органолептические показатели молочно-растительной смеси.

Разработана линейка новых видов низкокалорийных кисломолочных соусов с функциональными свойствами, реализация которых позволит обеспечить потребителей, контролирующих массу тела, полезными продуктами и окажет позитивный эффект на состояние общественного здоровья.

Список литературы

1. Abdelazez A., Mohamed D., Refaey M., Niu J. Intervention effect of freeze-dried probiotic and unripe banana pulp combination on set-type Bio-yogurt production during storage //Journal of Food Measurement and Characterization. 2025. V. 18. P. 2461-2478.
2. Abenavoli L, Scarpellini E, Colica C, et al. Gut Microbiota and Obesity: A Role for Probiotics // Nutrients. 2019. V. 11(11). P. 2690
3. Duan Y, Wang L, Ma Y, et al. A meta-analysis of the therapeutic effect of probiotic intervention in obese or overweight adolescents / /Front Endocrinol (Lausanne). 2024. V. 15. P. 1335810.
4. Medeiros A., Souza D., Hoskin R. Effect of incubation temperature, heat treatment and milk source on the yoghurt kinetic acidification // International Food Research Journal. 2015. V. 22. P. 1030-1036.

МАЛЫГИНА В.Д., БАЛДИНА А.Е.
**ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ РЕЦЕПТУР
ПРОТЕИНОВЫХ БАТОНЧИКОВ**

*Донецкий национальный университет экономики и торговли имени
Михаила Туган-Барановского, г. Донецк
e-mail: baldina.nastya12@mail.ru*

MALYGINA V.D., BALDINA A.E.
**TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF NEW PROTEIN BAR
FORMULATIONS**

*Donetsk National University of Economics and Trade named after
Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk
e-mail: baldina.nastya12@mail.ru*

Аннотация: Тенденции в разработке новых рецептур протеиновых батончиков направлены на удовлетворение потребностей потребителей, стремящихся к здоровому питанию и активному образу жизни. Акцент делается на использовании высококачественных источников белка, растительных суперфудов и натуральных добавок, а также на создании рецептур для специфических диетических потребностей.

Ключевые слова: питательная ценность; растительные протеиновые батончики; органолептические свойства; спортивное питание.

Abstract: Trends in the development of new protein bar formulations are aimed at meeting the needs of consumers seeking a healthy diet and an active lifestyle. The emphasis is on using high-quality protein sources, plant-based superfoods, and natural supplements, as well as creating formulations for specific dietary needs.

Keywords: nutritional value; vegetable protein bars; organoleptic properties; sports nutrition.

Цель исследования. Актуальность здорового питания и активного образа жизни возрастает в современном обществе, отражая стремление людей к улучшению их общего состояния здоровья. В свете этого растущего интереса к спортивному питанию растительные протеиновые батончики занимают значимую позицию, выступая как удобный и высокофункциональный продукт, способствующий поддержанию физической активности и благополучия. Эти батончики не только обеспечивают организм необходимыми питательными веществами, но и способствуют коррекции пищевых привычек, эффективно заменяя традиционные сладости и закуски более полезными вариантами.

Основным компонентом, определяющим питательную ценность таких батончиков, является белок, получаемый из различных источников растительного сырья, таких как горох, спиролина, хемп, конопля и другие.

Эти протеины отличаются высоким аминокислотным составом и могут служить полноценной альтернативой животным белкам. Однако, несмотря на явные преимущества, вопрос о качественных характеристиках и питательной ценности растительных протеиновых батончиков остается недостаточно исследованным [1].

Данное исследование направлено на комплексную оценку этих характеристик, включая органолептические свойства, химический состав и биологическую доступность белков. Понимание этих аспектов не только способствует разработке новых рецептов, но и помогает производителям предлагать высококачественные продукты, соответствующие современным требованиям потребителей. Итогом данного анализа станет более глубокое осознание роли растительных протеиновых батончиков как важного элемента спортивного питания и здорового образа жизни.

В производстве протеиновых батончиков используются различные добавки и ингредиенты для улучшения их вкуса, текстуры и питательной ценности. Некоторые из таких добавок могут включать орехи, сухофрукты, шоколад, карамель, мед, натуральные или искусственные ароматизаторы, загустители и консерванты. Важно отметить, что производители протеиновых батончиков могут использовать разные процессы для их производства, включая смешивание ингредиентов, формирование батончиков, термическую обработку и упаковку [2].

Материалы и методы исследования. Протеиновые батончики обычно представляют собой популярный элемент спортивного питания благодаря своей удобной форме и привлекательному вкусу, что делает их отличным источником дополнительного белка, необходимого для восстановления и наращивания мышечной массы. Тем не менее, прежде чем включать их в свой рацион, стоит обратиться за консультацией к врачу или диетологу, чтобы определить подходящую дозировку и удостовериться, что они соответствуют вашим индивидуальным диетическим требованиям и потребностям.

Женьшень – это растение, которое активно применяются в традиционной медицине Китая и Кореи. Оно славится своими целебными качествами и на протяжении веков использовалось для повышения энергетического уровня, снижения стресса, укрепления иммунной системы и улучшения когнитивных функций.

Женьшень содержит активные биологические компоненты, включая гинсенозиды, флавоноиды и полифенолы, которые являются основными факторами, обуславливающими его многочисленные полезные свойства для здоровья. Это растение обладает адаптогенными свойствами, что означает, что оно способствует адаптации организма к стрессовым ситуациям и улучшает его общую способность справляться с различными физическими и психическими нагрузками. Женьшень может использоваться в различных формах, таких как капсулы, экстракты, порошки или настои.

Спирулина – это вид цианобактерий, часто именуемый сине-зелеными водорослями. Когда пруды или озера «зацветают», и вода меняет свой цвет на зеленый, это свидетельствует о присутствии подобных водорослей. В магазинах здорового питания спирулина встречается в форме ярко-зеленого порошка или таблеток. Этот организм знаменит своим высоким содержанием белка, витаминов и микроэлементов, что делает его одним из самых питательных натуральных продуктов на планете. На долю белка в спирулине приходится примерно 60 % от ее состава.

Спирулина содержит множество полезных веществ, таких как антиоксиданты, жирные кислоты омега-3 и омега-6, а также важные минералы, такие как железо, кальций и магний. Она также известна своими потенциальными благотворными эффектами на здоровье, включая укрепление иммунной системы, улучшение обмена веществ и поддержку сердечно-сосудистой системы. Спирулина активно используется в веганских и вегетарианских диетах как источник белка и других необходимых питательных веществ.

Одним из ключевых достоинств применения женьшеня в натуральных протеиновых батончиках является его способность усиливать уровень энергии и повышать физическую выносливость. Научные исследования подтверждают, что женьшень способствует улучшению кислородного обмена в организме и снижению уровня усталости, что делает его идеальным выбором для людей, ведущих активный образ жизни или занимающихся спортом. Употребление батончиков с добавлением женьшеня может стать эффективным способом подготовки к тренировкам или ускорения восстановления после них.

Спирулина, обладая полноценным профилем белка и богатым составом витаминов, минералов и антиоксидантов, становится всё более востребованной, особенно среди вегетарианцев и веганов. Этот суперфуд не только способствует повышению уровня энергии, но и играет важную роль в поддержании иммунной системы, что особенно значимо в условиях повышенной заболеваемости инфекционными заболеваниями. Благодаря высокому содержанию железа, спирулина способствует профилактике анемии и поддержанию оптимального уровня кислорода в крови, что благоприятно влияет на физическую работоспособность.

Сочетание женьшеня и спирулины в одном продукте не только усиливает их индивидуальные благоприятные свойства, но и представляет собой комплексное решение для тех, кто стремится к сбалансированному питанию и повышению уровня энергии. Протеиновые батончики с этими компонентами могут стать превосходной альтернативой нездоровым перекусам, которые зачастую содержат искусственные добавки и нецелесообразные ингредиенты.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате исследования рецептуры протеинового батончика был разработан

сбалансированный и питательный продукт, включающий ингредиенты, обладающие высокой пищевой ценностью. Батончик состоит из 200 г сывороточного протеина без сахара, 100 г овсяных хлопьев, 50 г измельченной спирулины, 50 г порошка женьшеня, 100 г кокосового масла и 50 г орехов на выбор (миндаль, фундук или кедровые орехи), что обуславливает его полезные свойства и привлекательный вкус. Приготовление начинается со смешивания сухих ингредиентов, таких как протеин, овсянка, спирулина и женьшень, после чего в них добавляется растопленное на небольшом огне кокосовое масло, что обеспечивает однородную консистенцию массы. Добавить орехи, что дополнительно обогащает продукт полезными жирами и витаминами. Получившаяся масса делится на порции, формируются батончики, которые охлаждаются и упаковываются, готовые к транспортировке и продаже.

Результатами исследования стали высокие питательные характеристики протеиновых батончиков, делающие их особенно привлекательными для потребителей, заинтересованных в здоровом образе жизни и сбалансированном питании. Такой состав ингредиентов не только способствует быстрому восстановлению после физических нагрузок, но и обеспечивает длительное чувство сытости. В условиях растущего интереса к натуральным и функциональным продуктам данный рецепт имеет потенциал занять свою нишу на рынке спортивного питания. Потребление таких батончиков отвечает современным трендам, связанным с адекватным питанием и здоровьем, что делает их перспективным продуктом для широкой аудитории.

Выводы. Объединение женьшеня и спирулины в натуральных протеиновых батончиках представляет собой многообещающий подход к созданию функциональных продуктов питания, соответствующих современным требованиям и высоким стандартам здоровья. Изучение этих компонентов и их воздействия на организм не только способствует повышению осведомленности о натуральных источниках энергии, но и может стать основой для будущих разработок в области здорового питания. В условиях быстрого развития науки о питании и растущего интереса к функциональным продуктам, применение женьшеня и спирулины может стать ключевым элементом для формирования сбалансированного и эффективного питания современного человека.

Список литературы

1. ГОСТ 34006-2016. Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 2017. – 11 с.
2. Производство продуктов спортивного питания – одно из перспективных направлений в пищевой промышленности. Часть 1 / С.В. Штерман, М.Ю. Сидоренко, В.С. Штерман, Ю.И. Сидоренко // Пищевая промышленность. – 2017. – № 3. – С. 22-24.

МАХИЯНОВА А.А., ШВЕДОВА Н.А.
**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФЕРМЕНТАЦИИ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С
ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ**

*Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург
e-mail: alikamahianova@gmail.com*

MAKHIANOVA A.A., SHVEDOVA N.A.
**OPTIMIZATION OF FERMENTATION PROCESSES FOR THE
PRODUCTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS WITH HIGH
NUTRITIONAL VALUE**

*Ural State Agrarian University, Ekaterinburg
e-mail: alikamahianova@gmail.com*

Аннотация: В работе рассматриваются методы оптимизации процессов ферментации для повышения содержания биологически активных соединений в пищевых продуктах. В ходе исследования была проведена детальная оценка методов ферментации и их влияния на производство биологически активных соединений с высокой пищевой ценностью.

Ключевые слова: Ферментация, оптимизация, биологически активные соединения, пищевая ценность, антиоксиданты, пробиотики.

Abstract: This paper explores methods for optimizing fermentation processes to increase the content of bioactive compounds in food products. The study provides a detailed assessment of fermentation techniques and their impact on the production of bioactive compounds with high nutritional value.

Keywords: Fermentation, optimization, bioactive compounds, nutritional value, antioxidants, probiotics.

Целью данного исследования является разработка оптимальных условий ферментации, обеспечивающих максимальное накопление биологически активных соединений с высокой пищевой ценностью.

В работе используются различные субстраты для ферментации, включающие растительные белки, углеводы и микроэлементы. В качестве систем ферментации применяются как природные, так и синтетические микроорганизмы, отвечающие за реакцию ферментации. Для оптимизации условий исследуются параметры, влияющие на процесс, такие как температура, pH, время ферментации и концентрация питательных веществ. Определение содержания биологически активных соединений проводится с использованием хроматографических методов, спектроскопии и микробиологических анализов. Результаты экспериментов анализируются статистическими методами для определения значимости и надежности

полученных данных.

Ферментация, как процесс биохимической трансформации органических компонентов, классифицируется по ряду определяющих характеристик. Выделяют ферментацию в твердой фазе, в жидкой среде и глубинную. Твердофазная ферментация характеризуется использованием твердых субстратов с ограниченным количеством влаги, что делает её оптимальной для получения ферментов и преобразования растительного сырья биологическим путём. В отличие от этого, жидкофазная ферментация проводится в водной среде, содержащей растворенные питательные вещества, что обеспечивает равномерное распределение микроорганизмов. В связи с этим разработан двухступенчатый подход к созданию жидких биоактивных веществ, позволяющий настраивать состав получаемых биопродуктов в зависимости от желаемого результата [3]. Глубинная ферментация, являясь разновидностью жидкостной, отличается полным погружением микроорганизмов в питательную среду, что ускоряет процессы.

Производительность методов ферментации существенно варьируется в зависимости от используемой технологии. Например, аэробные методы часто обеспечивают более высокую скорость роста микроорганизмов, что приводит к повышенному образованию целевых веществ. Однако сопряжены с повышенным потреблением энергии, что отрицательно сказывается на общей рентабельности. В то же время анаэробные методы, хотя и характеризуются меньшими затратами энергии, могут быть менее продуктивными в синтезе определенных соединений. Современные биореакторы с контролируемыми параметрами позволяют увеличить выход соединений на 25 %, что делает их одним из наиболее перспективных решений.

Экологическая устойчивость методов ферментации является важным аспектом их оценки. Применение ферментации для переработки сельскохозяйственных и промышленных отходов способствует снижению экологической нагрузки, уменьшая объемы отходов и их негативное воздействие на окружающую среду [1]. Вместе с тем, аэробные методы, требующие значительных энергетических затрат, могут увеличивать углеродный след производства. Анаэробные методы, напротив, часто менее энергоемки и могут быть использованы для производства биоэнергии, что делает их экологически предпочтительными.

Технические ограничения современных методов ферментации представляют собой значительный барьер для их широкого применения. Недостаточная эффективность обработки молочнокислых бактерий приводит к утрате до 30 % полезных компонентов, что снижает общую эффективность процесса. Кроме того, сложность контроля параметров в традиционных системах ферментации затрудняет достижение стабильного выхода продукции. Данные проблемы подчеркивают необходимость

разработки более точных и надежных технологий, способных минимизировать потери и повысить производительность. В этом контексте оптимизация процесса вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства может найти практическое применение при организации вермипроизводства на базе основных производств целлюлозно-бумажных комбинатов Республики Беларусь [2].

Экономические аспекты оказывают значительное воздействие на продуктивность ферментационных процессов. Высокие затраты на энергоснабжение, достигающие до 40 % от совокупной себестоимости производства, сдерживают масштабное использование некоторых методик. Это обуславливает необходимость внедрения энергосберегающих технологий и оптимизации существующих процессов для сокращения расходов. Помимо этого, высокая стоимость на оборудование и исходные материалы также ограничивает доступность передовых способов ферментации. Экологические аспекты ферментации также вызывают серьезную обеспокоенность. Отдельные методы нуждаются в большом объеме воды, что порождает трудности в регионах, где наблюдается ее нехватка. К тому же, отходы, образующиеся в процессе ферментации, могут представлять опасность для окружающей среды, если их утилизация не осуществляется должным образом.

Определение основных параметров ферментации – основополагающим этап при создании эффективных биотехнологических процессов. К таким параметрам относятся температура, кислотность и длительность ферментации, которые оказывают существенное влияние на активность микроорганизмов и ферментов. Оптимизация этих показателей позволяет добиться максимального выхода целевых веществ и минимизировать образование побочных продуктов.

Применение данных, полученных в ходе экспериментальных данных, играет важную роль в определении оптимальных условий ферментации. Исследования подтверждают, что оптимизация параметров, таких как температура, pH и время, на основе эмпирических данных позволяет существенно повысить выход целевых продуктов. Установление оптимальной температуры для *Saccharomyces cerevisiae* на уровне 30°C и поддержание pH среды, соответствующего максимальной ферментативной, может значительно улучшить производительность. С другой стороны, использование пробиотиков в животноводстве не только способствует улучшению переваримости кормов, но и повышает их питательную ценность. Таким образом, экспериментальный подход является основой для разработки более эффективных и устойчивых биотехнологических процессов.

Температурный фактор играет существенную роль в успешном проведении ферментативных процессов. Оптимальная температура –

величина переменная, варьируется от типа культивируемых микроорганизмов. В частности, для многих микроорганизмов, вовлеченных в биосинтез ценных веществ, наиболее благоприятным является температурный диапазон от 30 до 37 градусов Цельсия. Этот интервал достигается наивысшая активность ферментов и минимизирует риск образование побочных продуктов. Таким образом, регулирование температуры – важнейший этап в оптимизации ферментации.

Уровень pH оказывает заметное воздействие на функциональность ферментов, задействованных в ферментационном процессе. К примеру, такие ферменты, как амилаза, проявляет наибольшую активность при определенных значениях pH, что способствует ускорению и повышению эффективности ферментации. Сдвиги в pH могут значительно изменить выход целевых продуктов, поэтому критически важно точно устанавливать и поддерживать оптимальный уровень pH для каждого конкретного процесса. Это оказывает влияние на равновесие между процессами синтеза и распада веществ.

Продолжительность ферментации – ключевой фактор, влияющим на объем получаемых активных компонентов. Продление времени ферментации может стимулировать более интенсивный биосинтез. Данный факт подтверждается результатами исследований, где при глубоинной ферментации с использованием сенной палочки наблюдалось увеличение переваримости в 2-2,5 раза, свидетельствующее о повышении концентрации питательных веществ [4]. Однако, чрезмерное увеличение продолжительности ферментации может привести к образованию побочных веществ, тем самым уменьшая итоговый выход целевых соединений. Следовательно, оптимальное время ферментации достигается путем балансирования между эффективностью биосинтеза и сведением к минимуму образования нежелательных элементов.

Комбинированное воздействие температуры, pH и времени ферментации способно значительно повысить объем производимых активных веществ. Научные работы демонстрируют, что синергетическое применение оптимальных значений температуры и pH может увеличить продуктивность на 15-20 %. Помимо этого, степень ингибирования метаболитом также оказывает заметное влияние на процесс ферментации. Следует учитывать, что системный подход к оптимизации параметров ферментации подразумевает анализ взаимосвязи и влияния всех факторов.

Оптимизация процессов ферментации – это важный инструмент для увеличения выхода биологически активных компонентов, что подтверждено экспериментальными данными. Правильный подбор параметров позволяет не только увеличить продуктивность, но и улучшить экологические и экономические показатели производства, что делает этот подход значимым для индустриального применения.

Список литературы

1. Лапшенков Г.И., Ленский М.С., Сумбаева А.А. Исследование процесса ферментации в аппаратах с рециркуляцией биомассы // Вестник МИТХТ. – 2009. –Т. 4. – № 2. – С. 85-86.
2. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов : учебник для студентов высших учебных заведений по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Технология сырья и продуктов животного происхождения", "Биотехнология" по специальности "Пищевая биотехнология", "Стандартизация, сертификация и метрология" по специальности "Стандартизация и сертификация" по специальности "Товароведение и экспертиза товаров (по областям применения)" / В.М. Позняковский. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2002. – 553 с.
3. Сафронова, В. И. Биотехнология продуктов питания : учебное пособие / В.И. Сафронова, Н.Н. Михеева. – Кемерово : Кемеровский ГСХИ, 2014. – 156 с
4. Фомичева, Н.В. Разработка способа получения жидкофазных биологически активных средств : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Н. В. Фомичева. – Тверь, 2007.

МОКШИНА В.Р., БАХТИЕВА М.А., НАУМОВА Е.В.

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, г. Санкт-Петербург

email: viktoriya.mokshina@spcpu.ru; margarita.bahtieva@spcpu.ru

MOKSHINA V.R., BAHTEVA M.A., NAUMOVA E.V.

NATURAL SOURCES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Saint Petersburg State Chemical-Pharmaceutical University, Saint Petersburg

email: viktoriya.mokshina@spcpu.ru; margarita.bahtieva@spcpu.ru

Аннотация: В статье рассматриваются методики получения биологически активных веществ из растительного и животного сырья. Биологически активные вещества (БАВ) по своей природе не являются лекарственными средствами. Они изначально используются как дополнительный источник пищи и биологически активных веществ.

Ключевые слова: биотехнология, биологически активные вещества,

химический синтез, минеральное, животное и растительное сырье.

Abstract: The article discusses methodologies for obtaining biologically active substances from plant and animal raw materials. Biologically active substances (BAS) are not medicinal products by their nature. They are initially used as an additional source of food and biologically active substances. They are prescribed as a supplement to the diet [1].

Keywords: biotechnology, biologically active substances, chemical synthesis, mineral, animal and vegetable raw materials.

Introduction. The main goal of dietary supplements is to optimize protein, carbohydrate, fat, vitamin and other types of metabolism in order to balance various functional states and normalize the functioning of the human body systems. Before certain dietary supplements are put into production, they undergo multiple laboratory tests and are approved only after their positive properties have been identified. Dietary supplements are produced from natural substances by isolating them from mineral, animal or plant materials. Also, some components can be obtained by chemical synthesis. In this case, they are made very close in composition to their natural analogues.

The objective of this study is to investigate methods for obtaining biologically active substances from natural sources, their beneficial properties and features.

Materials and methods of research. To achieve the stated goal, a theoretical review of methods for obtaining biologically active substances is provided: classification of natural biologically active substances, structure and their physicochemical properties.

Today, more than 3 thousand biologically active substances for digestion are registered in our country, and even more components are used in their production. Manufacturers, using a less complex process compared to the procedures of some certification and registration procedures, can overstate the beneficial properties of dietary supplements. For this reason, we will talk about the properties of the components of dietary supplements below.

Many dietary supplements contain substances with adaptogenic and tonic action, stimulating the body's defenses, increasing overall resistance and vitality, performance, and are able to reduce the negative impact of the environment and stress. The following, for example, have the listed properties: plant extracts – eleutherococcus, magnolia vine and others, animal organs, propolis, mumiyo. These components in supplements are combined with vitamins, dietary fiber and other substances. Based on the purposes of use, the composition and ratio of components vary.

Seaweeds are often included in dietary supplements - chlorella, laminaria, ascophyllum, spirulinafucus. These algae are a good source of vegetable protein, which is easily digestible. In addition, they contain many vitamins,

microelements, saturated fatty acids, and amino acids. And chlorella contains vitamin B12 in even greater quantities than animal liver, so vegetarians should pay attention to it. With the help of algae, you can quickly remove radionuclides, heavy metal salts, and toxic substances from the body. They are also used to prevent cardiovascular and oncological diseases, asthma and allergic reactions, help normalize thyroid function (as they are rich in iodine), and eliminate inflammatory processes in the gastrointestinal tract.

Segmentation of the range of dietary supplements, %

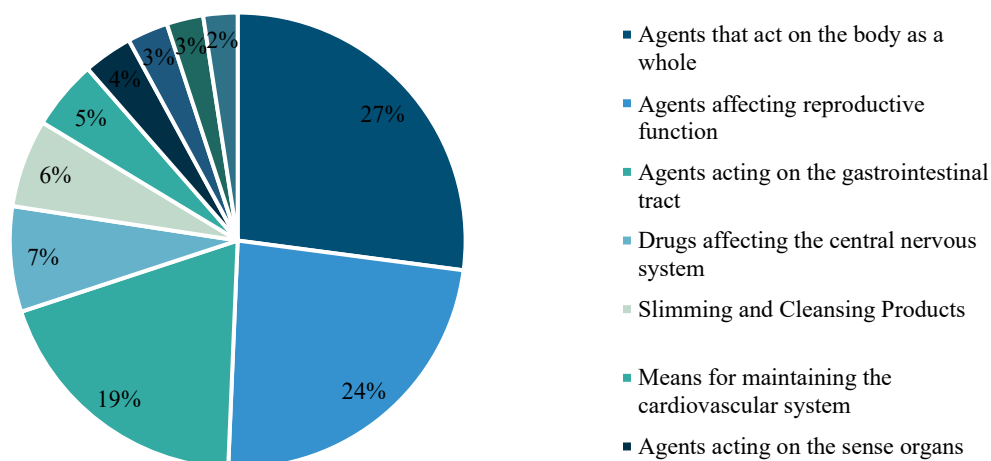


Figure 1 – Segmentation of BAS range, according to the official classification, %

An important place in the positive effect of dietary supplements is occupied by dietary fiber, which is part of plant food. The main types of fiber are cellulose, lignin, hemicellulose, pectin. They are not absorbed by the body, but they swell and cause a feeling of satiety. Dietary fiber has many positive effects on the body, and in dietary supplements they are used to prevent diseases such as hemorrhoids, constipation, obesity, rectal cancer, diabetes. Natural dietary fiber: bran, the upper part of the shell of vegetables and fruits.

Another effective dietary supplement is brewer's yeast. The list of its useful properties is long: it contains many vitamins, microelements, helps maintain a high level of performance, removes harmful chemical compounds from the body and much more. Vitamin deficiency, protein starvation, anemia also serve as an indication for the use of brewer's yeast. In addition, lecithin – a building material for cell membranes – can be «taken» from brewer's yeast, but soy and egg yolks are an even better source (further – cereals, fish, legumes).

Among dietary supplements, there are a large number of different medicinal and prophylactic teas. Some of them are even registered as medicines. Teas consist of medicinal plants, seafood, and even snake bile, pearls, and the like. All components and their quantities depend on the purpose of the medicinal and prophylactic tea. They can be: normalizing digestion and metabolism, reducing body weight, cleansing the body of toxins, and so on [2].

Some dietary supplements have their own characteristics. Shark cartilage contains many active components that prevent new blood vessels from forming in tumors, and thus the growth of a tumor deprived of a source of nutrition is suppressed. In addition, shark cartilage reduces the negative impact of chemotherapy. In some eye diseases, new vessels can also form, in which case the use of shark cartilage is also effective.

Bovine cartilage can accelerate the processes of restoration of damaged tissues that have been damaged and reduce the expression of inflammation. Like shark cartilage, bovine cartilage is useful for such diseases as arthritis, inflammatory processes in the intestines, psoriasis.

Ginkgo biloba is a plant-based remedy (source: leaves of the tree of the same name). The substances included in this extract improve blood circulation and increase oxygen supply to various organs. Its beneficial properties: it has antioxidant properties, lowers blood pressure, reduces the risk of heart attack, stimulates mental activity, helps eliminate headaches, and much more. Many medications contain an extract of the leaves of this tree.

There are special types of animals called sea cucumbers. In China, they have long been used to treat arthritis, as sea cucumbers are able to improve the balance of biologically active substances that participate in regulating the inflammatory climate. In addition, the substances included in their composition ensure the preservation of connective tissue. These and other components of biologically active substances are not used separately, but in complex preparations produced in the form of tablets, powders, capsules, etc.

Results and discussion. Results and discussion. The analysis showed that there is a fairly diverse number of natural sources for obtaining biologically active additives. The main goal of dietary supplements is to optimize protein, carbohydrate, fat, vitamin and other types of metabolism in order to balance various functional states, normalize the functioning of human body systems.

Conclusion. Dietary supplements have many useful properties and features, are substances with a general strengthening effect [3].

Список литературы

1. Конакова А.В., Кушакова К.А. Влияние биологически активных веществ на организм человека // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. 2019, № 9 (36).

2. Гордеев К.С., Ермолаева Е.Л., Жидков А.А., Илюшина Е.С., Федосеева Л.А. Биологически активные добавки к пище // Современные научные исследования и инновации. 2018, № 9.

3. Салова Т.Ю., Громова Н.Ю. Теоретические аспекты получения биологически активных веществ из растительного и животного сырья // Успехи современного естествознания. 2016, № 3, С. 39-43.

4. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки (под ред. В.М. Позняковского, О.В. Чугуновой, М.Ю. Тамова). М.: «Инфра-М», 2017, С. 87-88.

ОРЕХОВ С.Д., ДОРОХИНА Л.В., ШЕВЧУК И.М., ОКУЛЕВИЧ А.А.
**ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ
СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Гродненский государственный медицинский университет,
г. Гродно, Республика Беларусь
e-mail: dpfizio@mail.ru*

AREKHAI S.D., DAROKHINA L.V., SHAUCUK I.M., AKULEVICH A.A.
**GENDER CHARACTERISTICS OF EATING BEHAVIOR
OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS**

*Grodno State Medical University, Grodno, Republic of Belarus
e-mail: dpfizio@mail.ru*

Аннотация: Представлены данные анонимного анкетирования, проведенного среди студентов Гродненского государственного медицинского университета (Беларусь) с использованием опросника пищевого поведения Eating Attitudes Test (EAT-26). На основе полученных результатов установлено, что студенты медицинского университета осознают важность здорового сбалансированного питания и стремятся следовать диетическим рекомендациям. Однако, несмотря на это, у 10,51 % девушек и 3,85 % юношей отмечены признаки аддиктивного пищевого поведения направленные на избыточное пищевое самоограничение и строгие диеты. Полученные результаты подчеркивают важность учета гендерных особенностей при интерпретации результатов EAT-26 и диагностике расстройств пищевого поведения.

Ключевые слова: расстройства пищевого поведения, половые различия, студенты, Беларусь.

Abstract: The article presents the data of an anonymous survey conducted among students of Grodno State Medical University (Belarus) using the Eating Attitudes Test (EAT-26) questionnaire. Based on the results obtained, it was found that medical university students are aware of the importance of a healthy balanced diet and strive to follow dietary recommendations. However, despite this, 10.51 % of girls and 3.85 % of boys showed signs of addictive eating behavior aimed at excessive food self-restraint and strict diets. The results emphasize the importance of taking into account gender characteristics when interpreting the EAT-26 results and diagnosing eating disorders.

Keywords: eating disorders, gender differences, students, Belarus.

Цель исследования. Изучить гендерные влияния на риск возникновения расстройств пищевого поведения у студентов медицинского университета.

Материалы и методы исследования. Для исследования пищевого поведения 373 студентов второго курса Гродненского государственного

медицинского университета (295 девушек и 78 юношей) использовался опросник ЕАТ-26 [1]. Шкала ЕАТ-26, состоящая из 26 вопросов с шестью вариантами ответа, позволяет оценить степень выраженности отклонений в пищевом поведении. Опросник пищевых предпочтений (Eating Attitudes Test, ЕАТ-26) разработан для оценки степени выраженности проблем, связанных с нарушениями пищевого поведения: стремления к похуданию, опасения набора веса и ограничительных тенденций в стиле питания. Оценка проводилась по шестибальной шкале Лайкерта (0 = «никогда», «редко» или «иногда»; 1 = «часто»; 2 = «обычно»; 3 = «всегда»). Возможные баллы варьируются от 0 до 78. Чем выше общий балл, тем сильнее выражены отклонения. После информированного согласия проведено анонимное онлайн анкетирование с помощью Google-форм. Полученные данные были собраны в электронных таблицах Microsoft Excel и статистически обработаны с помощью программного обеспечения Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Расстройства пищевого поведения (РПП) представляют серьезную проблему в области психического здоровья, затрагивающую миллионы людей по всему миру. По данным Всемирной организации здравоохранения более 70 миллионов человек страдают от различных форм РПП, включая анорексию, булимию и компульсивное переедание. Эти расстройства, особенно распространенные среди молодежи и подростков, могут иметь катастрофические последствия для их здоровья. Несмотря на высокую актуальность, проблема пищевой аддикции является малоизученной. В Беларуси, согласно данным Министерства здравоохранения, проблема РПП становится все более актуальной. Исследования показывают, что около 1-2 % молодежи в возрасте 15-24 лет может страдать от этих расстройств. В 2020 году было проведено исследование среди студентов белорусских университетов, в котором примерно 10 % опрошенных сообщили о наличии признаков РПП. Исследования, проведенные A.G. Ispas et al. в 2025 году на румынских подростках, выявили высокий риск РПП – 26,5 %, причем у девушек в 1,61 раза выше, чем у юношей [2]. Это свидетельствует о необходимости более глубокого анализа ситуации и разработки эффективных программ профилактики и лечения.

Более высокий риск расстройств пищевого поведения отмечается среди женской популяции, что требует учитывать гендерные особенности при анализе данных. Ранее N. Nohara было определено оптимальное пороговое значение нормы для ЕАТ-26 в 17 баллов, при этом значения чувствительности и специфичности составили 0,866 и 0,868 соответственно [3]. Этот результат исследования, проведенный на клинических группах с четко верифицированными диагнозами, подтверждает предположения, что оптимальная пороговая оценка должна быть разной в зависимости от целевых групп населения. Предложенная в 2024 году пороговая оценка 17

баллов позволяет идентифицировать пациентов с нарушением пищевого поведения, но является ниже общепринятой оценки в 20 баллов [1]. Оптимальное пороговое значение, по всей видимости, не является универсальным и должно корректироваться в зависимости от целевой группы.

В нашей выборке у девушек нормальные результаты по шкале ЕАТ-26 (менее 17 баллов) были отмечены в 85,76 %, а у юношей в 96,15 % ($p=0,008$). При использовании порогового значения в 20 баллов в данном тесте ЕАТ-26 89,49 % девушек и 96,15 % юношей ($p=0,031$) отнесены к группе, не имеющей расстройств пищевого поведения. Высокий процент испытуемых без аддитивного пищевого поведения может объясняться тем, что опрос проведен на выборке студентов-медиков, обладающих более глубокими знаниями в области нутрициологии.

Детальный анализ отдельных вопросов позволил выявить ряд гендерных отличий, что подчеркивает необходимость учета гендерного фактора при интерпретации данных теста ЕАТ-26 и коррекции расстройств. Установлено, что девушки имеют достоверно большее количество баллов по 11 вопросам из 26 по сравнению с юношами. На вопрос № 1 (Меня пугает мысль о том, что у меня может быть лишний вес) 42,31 % юношей ответили «никогда», в то время как среди девушек этот показатель составил всего 17,29 % ($p<0,001$). Обратная картина наблюдается в отношении ответа «всегда»: почти 15,93 % девушек выбрали этот вариант, в то время как среди юношей – лишь 2,56 % ($p=0,003$). Это ярко демонстрирует более выраженную тревожность по поводу набора веса у девушек.

Вопрос № 2 (Я воздерживаюсь от еды, когда я голодна) также показал значительные гендерные различия. Почти половина юношей выбрали вариант «никогда» – 46,15 %, в то время как среди девушек этот показатель составил менее трети – 29,83 % ($p=0,008$). Также 30,85 % девушек выбрали вариант «иногда», в отличие от юношей – 11,54 % ($p=0,001$), что может свидетельствовать о различных стратегиях контроля веса и отношения к голоду у представителей разных полов.

При ответе на вопрос № 4 (У меня случалось безудержное объедание пищей, во время которого я чувствовала (чувствовал), что я не могу себя контролировать) показал достоверную разницу между полами. 60,26 % юношей и 37,29 % девушек заявили, что никогда не испытывали подобного ($p=0,002$). Заметно большее количество девушек (24,41 %) признались в эпизодическом переедании по сравнению с юношами – 10,26% ($p=0,007$). Это указывает на более выраженное нарушение контроля пищевого поведения среди девушек и появление признаков компульсивного переедания, что зачастую является результатом слишком строгих диет.

Вопрос № 10 (После еды я остро чувствую себя виноватой (виноватым)). Подавляющее большинство юношей выбрали вариант «никогда» – 80,77 %, в то время как среди девушек – 61,36 % ($p=0,001$).

Также 14,24 % девушек выбрали вариант «иногда», в отличие от юношей – 5,13 % ($p=0,03$), что может свидетельствовать о вовлечении эмоциональной сферы и формирования чувства вины.

Вопрос № 11 (Я озабочена (озабочен) желанием похудеть). Результаты опроса подтверждают распространенное мнение о большей озабоченности весом и внешностью у девушек. 9,83 % девушек постоянно думают о похудении, в то время как среди юношей этот показатель составил 1,28 % ($p=0,01$). «Никогда» ответили 34,24 % девушек и 55,13 % юношей ($p=0,001$). Эти различия могут быть связаны с социальным давлением, навязывающим современные стандарты красоты и более пристальному вниманию к внешнему виду, которое, как правило, свойственно девушкам.

Вопрос № 12 (Когда я занимаюсь спортом, я думаю о том, что сжигаю калории). Еще одно подтверждение вышесказанного мы находим в ответах и на этот вопрос – 10,17 % девушек «всегда» думают о сжигании калорий во время тренировок, в то время как среди юношей этот показатель составляет всего 3,85 % ($p=0,05$). Полученный результат коррелирует с данными о высокой озабоченности похудением среди девушек и свидетельствует о том, что физическая активность для них часто становится инструментом контроля веса, а не просто способом поддержания здоровья и хорошего самочувствия.

В вопросе № 13 (Окружающие считают меня слишком худой (худым)) мы не установили достоверных гендерных различий, но 19,32 % девушек и 19,22 % юношей ответили на этот вопрос положительно.

На вопрос № 14 (Меня беспокоит наличие в моём теле жировых отложений) 12,54 % девушек ответили, что постоянно беспокоятся по этому поводу, в то время как среди юношей всего 2,56 % ($p=0,012$). У девушек более высокая степень самокритики, недовольства собственной фигурой и внешностью.

Вопрос № 16 (Я воздерживаюсь от пищи, содержащей сахар). Данные об отказе от сахара и употреблении диетических продуктов также демонстрируют различия между полами. Примерно в два раза больше девушек (20,34 %), чем юношей (10,26 %) отказываются от сладкого ($p=0,041$). Хотя это может быть связано с заботой о здоровье, но в контексте других результатов опроса, скорее указывает на стремление к ограничению калорий и контролю веса. Аналогично, выбор диетических продуктов (Вопрос № 17) чаще встречается среди девушек, что подтверждает их повышенную озабоченность своей фигурой.

Показательны ответы на вопрос № 18 (Я чувствую, что еда и всё, что с ней связано, контролирует мою жизнь), 15,94 % девушек ответили на этот вопрос положительно и только 5,13 % юношей ($p=0,01$).

В целом наши исследования подтверждают, что студенты медицинского университета осознают важность здорового сбалансированного питания и стремятся следовать диетическим

рекомендациям. Однако, несмотря на это, у 10,51 % девушек и 3,85 % юношей ($p=0,031$) отмечены признаки аддиктивного пищевого поведения направленные на избыточное пищевое самоограничение и бессистемные слишком строгие диеты.

Выводы. Полученные результаты подчеркивают важность учета гендерных особенностей при интерпретации результатов ЕАТ-26 и диагностике РПП. Применение универсального порогового значения может привести к неточностям и, как следствие, к неправильной оценке состояния здоровья. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку гендерно-специфических критериев для более точной диагностики и эффективного лечения нарушений пищевого поведения, которые зачастую формируются в юношеском возрасте и могут приводить к серьезным последствиям со стороны физического и психического здоровья. Это доказывает необходимость поиска эффективных способов борьбы с РПП, внедрение образовательных программ по нутрициологии, которые помогут молодежи понять важность сбалансированного питания и опасность экстремальных диет.

Список литературы

1. The eating attitudes test: psychometric features and clinical correlates / D. M. Garner [et al.] // Psychol. Med. – 1982. – Vol. 12, № 4. – P. 871-878.
2. Eating Disorder Risk Among Adolescents: The Influence of Dietary Patterns, Physical Activity, and BMI / A. G. Ispas [et al.] // Nutrients. – 2025. – Vol. 17, № 1067. – P. 1-27.
3. The optimal cut-off score of the Eating Attitude Test-26 for screening eating disorders in Japan / N. Nohara [et al.] // Eat Weight Disord. – 2024. – Vol. 29, № 1. – P. 1-8.

ПОПКОВА Л.В., ВЛАСОВА О.П., СИТНИКОВА Е.М., САПАЕВ Н.С.,
ЧЕЛЫШКОВ А.Н.

**МИКРОБИОМ-ОПОСРЕДОВАННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОСИ
«КИШЕЧНИК-МОЗГ» У ДОШКОЛЬНИКОВ**

*Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: sapaev_00@mail.ru*

POPKOVA L.V., VLASOVA O.P., SITNIKOVA E.M., SAPAEV N.S.,
CHELYSHKOV A.N.

**MICROBIOME-MEDIATED INTERACTIONS IN THE GUTTERS-
BRAIN AXIS IN PRESCHOOLERS**

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: sapaev_00@mail.ru*

Аннотация: Статья посвящена анализу роли микробиома кишечника в регуляции нейроиммунных и поведенческих процессов у детей дошкольного возраста (3–7 лет) через призму оси «кишечник-мозг».

Ключевые слова: микробиота, ось «кишечник-мозг», питание, дошкольники, когнитивные функции.

Abstract: The article analyzes the role of the intestinal microbiome in the regulation of neuroimmune and behavioral processes in preschool children (3-7 years old) through the prism of the gut-brain axis.

Keywords: microbiota, gut-brain axis, nutrition, preschoolers, cognitive functions.

Введение. Дошкольный возраст (3-7 лет) – критическое окно для формирования не только когнитивных и социальных навыков, но и стабильного микробиома кишечника, оказывающего глубокое влияние на здоровье ребенка, в том числе на развитие мозга и эмоционально-поведенческую сферу через ось «кишечник-мозг». Тревожный рост заболеваемости расстройства аутистического спектра (РАС), синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) и тревожными расстройствами у детей коррелирует с дисбиотическими изменениями микробиоты, что ставит перед наукой и практикой задачу поиска эффективных, безопасных и доступных методов ее коррекции. Понимание сложных мультисистемных механизмов (нейронных, эндокринных, иммунных, эпигенетических), лежащих в основе взаимодействия кишечной микробиоты и ЦНС в этот чувствительный период, открывает уникальные возможности для нутритивных вмешательств.

Цель исследования. На основании литературных данных оценить влияние микробиома кишечника на формирование и функционирование когнитивных функций детей дошкольного возраста и методы профилактики этих состояний.

Материал и методы исследования. С помощью наукометрических баз данных (PubMed, eLIBRARY, Cyberleninka) проведен поиск научной литературы – клинических наблюдений, систематических обзоров, метааналитических исследований в отечественной и зарубежной практике.

Результаты исследования и их обсуждение. В последние десятилетия внимание научного сообщества приковано к изучению роли микробиома кишечника в регуляции физиологических и психологических процессов. Особый интерес представляет ось «кишечник-мозг» — двунаправленная система коммуникации, опосредованная нейронными, эндокринными и иммунными механизмами. У дошкольников (3-7 лет) микробиом находится в критической фазе формирования, что делает этот период ключевым для профилактики нейроиммунных расстройств и нарушений эмоционального поведения. Рост заболеваемости аутизмом, синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) и тревожными расстройствами у детей коррелирует с дисбиотическими изменениями микробиоты, что подчеркивает необходимость изучения диетических стратегий для её модуляции.

Микробиом кишечника у детей формируется под влиянием множества факторов: способа родоразрешения, типа вскармливания, типа прикорма и времени его начала, применения антибиотиков и окружающей среды. К 3 годам состав микробиоты приближается к взрослому профилю, но сохраняет повышенную пластичность, что позволяет корректировать его через питание. Например, грудное вскармливание способствует доминированию бифидобактерий, обладающих иммуномодулирующими свойствами, тогда как раннее введение ультраобработанных продуктов ассоциировано с сокращением микробного разнообразия.

Ось «кишечник-мозг» представляет собой сложную сеть коммуникационных путей, интегрирующих сигналы микробиоты, иммунной, эндокринной и нервной систем. У дошкольников, чья микробиота и нейроиммунные структуры находятся в стадии активного развития, эти взаимодействия приобретают особую значимость.

Механизмы взаимодействия в этой оси у детей дошкольного возраста носят мультисистемный характер, охватывая нейронные, иммунные, эндокринные и эпигенетические пути. Понимание этих процессов открывает возможности для диетических вмешательств, направленных на коррекцию микробиома и профилактику нейропсихиатрических расстройств.

Основным проводником сигналов от кишечника к центральной нервной системе является блуждающий нерв. Энтероэндокринные клетки, расположенные в эпителии кишечника, экспрессируют рецепторы к микробным метаболитам и питательным веществам. При активации они выделяют нейромедиаторы, такие как серотонин (95 % которого синтезируется в кишечнике) и пептид YY, которые через афферентные

волокна блуждающего нерва передают сигналы в ядро одиночного тракта ствола мозга [1].

У детей экспериментальные данные демонстрируют, что стимуляция блуждающего нерва модулирует активность миндалевидного тела и префронтальной коры – структур, ответственных за эмоциональную регуляцию [1].

Кишечные бактерии ферментируют неперевариваемые пищевые волокна с образованием короткоцепочечных жирных кислот: ацетата, пропионата и бутирата. Эти метаболиты проникают через гематоэнцефалический барьер и оказывают прямое влияние на нейропластичность. Бутират служит основным источником энергии для колоноцитов, подавляет воспаление через ингибирование гистондеацетилаз и стимулирует синтез нейротрофического фактора мозга [1, 2].

Пропионат модулирует активность микроглии, снижая продукцию провоспалительных цитокинов [2].

Хроническое воспаление кишечника нарушает функцию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, повышая уровень кортизола — гормона стресса, который у детей с тревожными расстройствами подавляет нейрогенез в гиппокампе [1, 2].

Особое место в системе оси «кишечник-мозг» занимают такие вещества как пребиотики и пробиотики. Которые моделируют микрофлору кишечника, которые в свою очередь опосредованно действуют на центральную нервную систему.

Рандомизированное контролируемое исследование (2021) показало, что добавление пребиотика инулина (6 г/день) в рацион детей 4-6 лет в течение 8 недель увеличивало долю *Bifidobacterium* на 30 %, параллельно снижая уровень тревожности по шкале SCARED (Screen for Child Anxiety Related Disorders). А дефицит пребиотиков в диете (менее 10 г клетчатки/день) ассоциирован с доминированием *Bacteroides*, продуцирующих липополисахариды, что повышает риск гиперактивности и дефицита внимания [3].

К основным источникам таких пребиотиков можно отнести естественные пребиотики в бананах, яблоках, злаковых, бобовых, чесноке.

Клинические данные показывают, что прием *Lactobacillus rhamnosus* GG (1×10^9 КОЕ/день) в течение 12 недель уменьшал частоту эмоциональных вспышек у детей с СДВГ на 45 %. У дошкольников с расстройствами аутистического спектра (РАС) комбинация *Bifidobacterium infantis* и *L. reuteri* улучшала коммуникативные навыки [4].

Немало важным аспектом микробиоты и нейровоспалений является жирные кислоты, а именно омега-3. Они стимулируют рост *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* и участвуют в подавлении провоспалительных эйкозаноидов (простагландин E2), связанных с депрессивными симптомами. Исследования показывают, что при добавлении

докозагексаеновой кислоты 500 мг/день) в рацион детей 5-7 лет с дисбиозом увеличивало разнообразие микробиоты на 15 % и снижало частоту агрессивного поведения [5].

Вредными пищевыми компонентами в питании, нарушающие микробиом, являются избыточный сахар, искусственные подсластители и трансжиры.

Избыток сахарозы (более 25 г/день) стимулирует рост *Candida albicans* и *Staphylococcus*, повышая проницаемость кишечника и уровень липополисахариды.

Искусственные подсластители (аспартам, сукралоза): нарушают баланс Bacteroidetes/Firmicutes, усиливая тревожноподобное поведение в экспериментах на моделях животных.

Трансжиры (маргарин, фастфуд): подавляют синтез бутирата и увеличивают экспрессию TNF- α в гиппокампе, что подтверждено исследованиями на детях с ожирением.

Выводы. Питание является ключевым фактором, определяющим состав и функциональную активность ребенка дошкольного возраста, в этот период роста и развития организма в процессе построения рационального питания стоит уделять внимание не только основным ее законам, а также стоит заострить внимание на построение правильного кишечного микробиома.

У дошкольников, чья диета активно формируется под влиянием семейных и социокультурных привычек, пищевые компоненты могут как поддерживать симбиоз микробиоты, так и провоцировать дисбиоз, с последующими нарушениями нейроиммунного здоровья.

Микробиом – опосредованные взаимодействия в оси «кишечник-мозг» представляют собой перспективное направление для профилактики и коррекции нейроиммунных и поведенческих расстройств у детей.

Следует отметить, что пищевой статус детей дошкольного возраста, и факторы, формирующие фактическое питания с учетом региональных особенностей на территории Кемеровской области-Кузбасса недостаточно изучены, что определяет актуальность дальнейших исследований, в том числе в части разработки персонализированных нутритивных подходов с учетом индивидуальных особенностей микробиоты ребенка и экологически-обусловленных рисков.

Оптимизация питания дошкольников – эффективный инструмент модуляции микробиома и поддержания нейроиммунного здоровья. Внедрение диет, богатых пребиотиками, пробиотиками и антиоксидантами, наряду с ограничением ультраобработанных продуктов, способно снизить риск поведенческих расстройств и улучшить когнитивные функции.

Список литературы

1. Bravo J. A., Forsythe P., Chew M. V. et al. Ingestion of *Lactobacillus* strain regulates emotional behavior and central GABA receptor expression in a mouse via the vagus nerve // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. T. 108, № 38. С. 16050-16055. DOI:10.1073/pnas.1102999108.
2. Silva Y. P., Bernardi A., Frozza R. L. The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut-Brain Communication // *Frontiers in Endocrinology*. 2020. T. 11. С. 25. DOI:10.3389/fendo.2020.00025.
3. Pirbaglou, M., Katz, J., de Souza, R. J., Stearns, J. C., Motamed, M., & Ritvo, P. (2016). Probiotic supplementation can positively affect anxiety and depressive symptoms: a systematic review of randomized controlled trials. *Nutrition research* (New York, N.Y.), 36(9), 889–898. DOI: 10.1016/j.nutres.2016.06.009
4. Kumperscak, H. G., Gricar, A., Ülen, I., & Micetic-Turk, D. (2020). A Pilot Randomized Control Trial With the Probiotic Strain *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) in ADHD: Children and Adolescents Report Better Health-Related Quality of Life. *Frontiers in psychiatry*, 11, 181. DOI:10.3389/fpsy.2020.00181
5. Menni C., Zierer J., Pallister T. et al. Omega-3 fatty acids correlate with gut microbiome diversity and production of N-carbamylglutamate in middle aged and elderly women // *Scientific Reports*. 2017. T. 7, № 1. С. 11079. DOI:10.1038/s41598-017-10382-2.

^{1,2}РАХИМОВ Р.Р., ¹ГАРЕЕВ Р.Ф.

НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ ВИРУСНЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЯХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

¹*Научно-исследовательский институт вирусологии Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра эпидемиологии, микробиологии, инфекционных и паразитарных заболеваний, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

²*Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан*
e-mail: rakhimov.r0106@yandex.ru

^{1,2}RAKHIMOV R.R., ¹GAREEV R.F.

NUTRITIONAL SUPPORT FOR VIRAL INTESTINAL INFECTIONS: CURRENT APPROACHES AND PROSPECTS

¹*Scientific Research Institute of Virology, Republican Specialized Scientific-Practical Medical Center for Epidemiology, Microbiology, Infectious and Parasitic Diseases, Tashkent, Republic of Uzbekistan,*

²*Tashkent State Medical University, Tashkent, Republic of Uzbekistan*
e-mail: rakhimov.r0106@yandex.ru

Аннотация: Вирусные кишечные инфекции, вызванные ротавирусами и норовирусами, являются одной из ведущих причин заболевания среди детей и взрослых. В этой статье рассматривается роль нутрициологии в профилактике и лечении вирусных кишечных инфекций. Особое внимание уделено оптимизации питания для улучшения иммунной функции и восстановления нарушенной микрофлоры кишечника. Применение определенных пищевых компонентов и нутрицевтиков может оказывать значительное влияние на скорость восстановления и уменьшение клинических проявлений заболевания.

Ключевые слова: нутрициология, вирусные кишечные инфекции, ротавирус, норовирус, питание, иммунитет, восстановление микрофлоры.

Abstract: Viral gastrointestinal infections caused by rotaviruses and noroviruses are among the leading causes of illness in both children and adults. This article discusses the role of nutritional science in the prevention and treatment of viral gastrointestinal infections. Special attention is given to optimizing nutrition to enhance immune function and restore disrupted gut microbiota. The application of certain food components and nutraceuticals can significantly influence the rate of recovery and reduce the clinical manifestations of the disease.

Keywords: nutritional science, viral gastrointestinal infections, rotavirus, norovirus, nutrition, immunity, microbiota restoration.

Введение. Вирусные кишечные инфекции, включая гастроэнтерит,

вызванный ротавирусами и норовирусами, являются одной из главных причин заболеваемости, особенно среди детей. Эти инфекции сопровождаются такими симптомами, как диарея, рвота, обезвоживание, что требует комплексного подхода к лечению, включающего не только медикаментозную терапию, но и правильное питание. Питание играет ключевую роль в поддержании нормального функционирования иммунной системы, а также в восстановлении микробиоты кишечника, что особенно важно для восстановления после инфекционных заболеваний [1, 5].

Цель исследования. Целью данной работы является систематизация современных данных о роли питания и нутрицевтиков в профилактике и лечении вирусных кишечных инфекций, а также оценка их влияния на восстановление здоровья и снижение тяжести клинических проявлений заболевания.

Материалы и методы исследования. Проведен обзор литературы, включающий анализ клинических и экспериментальных исследований, посвящённых влиянию пищевых компонентов, витаминов, микроэлементов и пробиотиков на течение вирусных кишечных инфекций. Особое внимание уделено эффективности комплексной нутритивной поддержки в сочетании с базисной терапией.

Результаты исследования и их обсуждения. Современные исследования свидетельствуют о важной роли нутрицевтической поддержки при вирусных кишечных инфекциях (ВКИ). Применение пробиотиков, витаминов и микроэлементов способствует восстановлению функции кишечника и улучшению иммунного ответа, что отражено в ряде публикаций.

Пробиотики рассматриваются как эффективное средство для нормализации микробиоты кишечника и укрепления местного иммунитета. Их способность модулировать воспалительный процесс снижает повреждения слизистой и способствует быстрому восстановлению. Однако эффективность пробиотиков зависит от множества факторов, включая состав штаммов и индивидуальные особенности пациентов [1, 2]. Пробиотики, являясь живыми микроорганизмами, способны восстанавливать нарушенный микробиологический баланс кишечника, улучшая барьерную функцию слизистой и снижая воспаление. Существуют данные, свидетельствующие о том, что пробиотики могут уменьшать длительность и выраженность симптомов вирусных инфекций кишечника. В то же время необходимо учитывать индивидуальные особенности пациента, а также разнообразие штаммов микроорганизмов, что требует осторожного выбора пробиотических препаратов.

Витамины, особенно группы D и C, играют многогранную роль в поддержке иммунитета. Они не только способствуют активации противовирусных механизмов, но и помогают уменьшить воспалительные реакции, ускоряя процессы заживления. Низкий уровень витаминов в

организме часто ассоциируется с повышенной восприимчивостью к инфекциям, что подчёркивает необходимость их достаточного поступления в период болезни [3].

Микроэлементы, такие как цинк и селен, оказывают значительное влияние на иммунные функции и репаративные процессы. Их дефицит может приводить к ухудшению клинических исходов, что подтверждается клиническими наблюдениями. Включение микроэлементов в комплексную терапию ВКИ способствует сокращению длительности симптомов и улучшению общего состояния пациентов [4].

Несмотря на положительные результаты, существует необходимость в более глубоком изучении оптимальных дозировок и сочетаний нутрицевтических средств, а также учёте индивидуальных особенностей пациентов. Кроме того, важным направлением является изучение долгосрочных эффектов и безопасности применения нутрицевтиков, особенно в различных возрастных и клинических группах [5].

Витамины, в особенности витамин D, обладают иммуностимулирующим эффектом, влияя на активность как врождённого, так и адаптивного иммунитета. Наличие адекватного уровня витамина D в организме может снижать восприимчивость к инфекциям и ускорять процесс восстановления после заболевания. При этом не стоит забывать о комплексном влиянии витаминов и минералов, среди которых цинк и селен играют важную роль в регуляции иммунных реакций и поддержании антиоксидантных систем организма.

Микроэлементы, такие как цинк, традиционно применяются в лечении острых кишечных заболеваний благодаря их способности сокращать продолжительность диареи и снижать воспаление. Однако механизмы действия цинка выходят за рамки прямого влияния на кишечник – он участвует в регуляции множества ферментативных и иммунных процессов.

Применение нутрицевтиков должно рассматриваться не как замена лекарственной терапии, а как важное дополнение, направленное на улучшение качества жизни пациента и снижение риска осложнений. Важна индивидуализация подхода, учитывающая возраст, тяжесть заболевания и общее состояние здоровья.

Выводы.

Существующие данные подтверждают, что нутрицевтики, включая пробиотики, витамины и микроэлементы, оказывают значительное влияние на лечение вирусных кишечных инфекций. Пробиотики способствуют восстановлению нормальной микробиоты и улучшению барьерной функции кишечника, в то время как витамины С и D и микроэлементы, такие как цинк, поддерживают иммунную систему и ускоряют восстановление организма.

Для более глубокого понимания и эффективного решения вопросов,

связанных с нутритивной поддержкой при вирусных кишечных инфекциях, необходимы дополнительные методы исследования. Это позволит выявить новые механизмы воздействия питания на течение болезни, оценить эффективность различных подходов и разработать оптимальные протоколы лечения, учитывающие индивидуальные особенности пациентов. Только при комплексном исследовании можно достичь значительного прогресса в данной области и улучшить результаты терапии.

Список литературы

1. Hill C., Guarner F., Reid G. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2014;11(8):506-514.
2. McFarland L.V. Evidence-based review of probiotics for antibiotic-associated diarrhea and *Clostridium difficile* infections. *Anaerobe*. 2009;15(6):274-280.
3. Aranow C. Vitamin D and the immune system. *J Investig Med*. 2011;59(6):881-886.
4. Prasad A.S. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. *Mol Med*. 2008;14(5-6):353-357.
5. Rayman M.P. Selenium and human health. *Lancet*. 2012;379(9822):1256-1268.

РУСАНОВА Е.И.

СУБЛИМАЦИЯ МИКОПРОТЕИНА КАК МЕТОД СОХРАНЕНИЯ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Научный руководитель: Молибога Е.А.

Омский государственный технический университет, г. Омск

e-mail: lena.rusanova.04@mail.ru

RUSANOVA E.I. MOLIBOGA E. A.

FREEZE-DRYING OF MYCOPROTEIN AS A METHOD OF PRESERVING ITS FUNCTIONAL PROPERTIES

Scientific supervisor: Moliboga E.A.

Omsk State Technical University, Omsk

e-mail: lena.rusanova.04@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается процесс культивирования мицелия *Pleurotus ostreatus* и преобразования полученной массы наиболее щадящим способом, позволяющим сохранить питательные свойства и структуру продукта. Полученные результаты подчеркивают значимость

сублимационной сушки для обеспечения длительного хранения и сохранения функциональных свойств микопротеина.

Ключевые слова: дефицит белка, микопротеин, *Pleurotus ostreatus*, сублимационная сушка, сохранение, щажение, питательная ценность.

Abstract: The paper considers the process of cultivation of *Pleurotus mycelium ostreatus* and transformation of the resulting mass in the most gentle way, allowing you to preserve the nutritional properties and structure of the product. The results obtained emphasize the importance of freeze-drying for long-term storage and preservation of the functional properties of mycoprotein.

Keywords: protein deficiency, mycoprotein, *Pleurotus ostreatus*, freeze-drying, preservation, sparing, nutritional value.

Цель исследования. Изучение теоретических основ процесса сублимационной сушки (лиофилизации), сравнительный анализ её преимуществ относительно иных методов удаления влаги из биологического материала, а также практическая реализация сублимационной сушки мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* с последующим исследованием морфологических изменений его структуры.

Материалы и методы исследования. Для формирования обзорной части статьи был осуществлен систематический поиск научной литературы, охватывающий период с 2021 по 2024 годы. В экспериментальной части исследования объектом изучения послужил мицелий гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), который был подвергнут сублимационной сушке. Процесс сублимации производили на лиофильной сушильной камере фирмы Abat ЛФ-06 серии LIGHT.

Результаты исследования и их обсуждение. Значение белка для организма человека трудно переоценить, поскольку он является ключевым структурным и функциональным компонентом всех клеток и тканей. Белок обеспечивает протекание жизненно важных метаболических, каталитических и регуляторных процессов, которые поддерживают нормальное функционирование организма. Недостаточное поступление белка в организм приводит к нарушению гомеостаза и снижению эффективности иммунного ответа. По данным современных исследований, примерно половина жителей Земли испытывает недостаток белка в рационе. В условиях ограниченного агроклиматического потенциала и растущего населения эта проблема становится все более острой и требует новых подходов для обеспечения полноценного белкового питания.

Грибной белок, также известный как микопротеин, представляет собой перспективный альтернативный источник белка, получаемый в результате культивирования мицелия грибов на растительной биомассе. Данный продукт характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот, витаминов группы В (В₂, В₆), витамина D, а также минералов, таких как цинк, селен и железо. Микопротеин превосходит большинство

растительных белков по биохимическому составу и степени усвояемости, что делает его привлекательным для использования в пищевой промышленности.

Микопротеин находит широкое применение в различных формах, включая пищевые добавки (порошки или капсулы) и продукты, содержащие биомассу съедобных микроорганизмов (бекон, фарш, молочные продукты, сосиски, котлеты, майонез, мягкие виды сыров, хлеб, выпечка и продукты экструзионной обработки). Его волокнистая структура является положительным фактором.

Грибной белок обычно получают из плесневых грибов (*Fusarium venenatum*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma viride*). Также возможен его синтез из мицелия макромицетов, таких как вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*), *Armillaria* (опёнок), *Lentinula edodes* (шиитаке), *Agaricus campestris* (шампиньон) [2].

Исследования, посвященные влиянию микопротеина на организм человека, демонстрируют ряд положительных эффектов. Употребление микопротеина способствует регуляции аппетита, контролю массы тела, снижению инсулиногенного индекса и стимуляции синтеза мышечного белка [5].

Этап сушки в производстве микопротеина играет ключевую роль в обеспечении длительного срока хранения и сохранении его питательной ценности. Для этого применяются различные методы сушки. Наиболее распространённым является метод конвективной (термической) сушки, однако он имеет существенный недостаток: высокие температуры могут приводить к потере части биологически активных веществ и изменению структуры белка.

Сублимационная сушка – это гибкий метод решения этих проблем. Этот метод обезвоживания, основан на удалении влаги из замороженного образца путем прямого перехода из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Процесс происходит в условиях глубокого вакуума, что позволяет снизить температуру сублимации воды и минимизировать риск термической деградации [1].

Сублимационная сушка представляет собой многостадийный процесс, включающий следующие этапы [4]:

1. Замораживание: образец охлаждается, в результате чего вода кристаллизуется, образуя лед;

2. Первичная сушка (сублимация): замороженный образец помещают в вакуумную камеру; при низком давлении лед сублимирует, превращаясь в пар, который откачивается из камеры;

3. Вторичная сушка (десорбция): после завершения первичной сушки температура в камере постепенно повышается автоматически, при этом происходит десорбция остаточной влаги, адсорбированной на поверхности сухого продукта.

В результате сублимации получается пористый, сухой продукт с

высокой степенью сохранности исходной структуры и функциональных свойств. Лиофилизированные продукты могут храниться при комнатной температуре в незамороженном виде в течение длительного времени, что делает их удобными для транспортировки и использования [3].

Основные параметры, контролируемые при сублимационной сушке, включают температуру полки сублимационной сушилки, давление в камере и продолжительность процесса. Оптимизация этих параметров позволяет добиться высокого качества конечного продукта, включая сохранение термочувствительных компонентов, таких как белки, витамины, антиоксиданты и другие биологически активные вещества.

На кафедре «Биотехнологии, технологии общественного питания и товароведения» Омского государственного технического университета (ОмГТУ) проводится научно-исследовательская работа, направленная на изучение производственно-ценных характеристик микопротеина, полученного из мицелия *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная).

В ходе исследования проведено поверхностное культивирование мицелия гриба на питательной среде картофельно-глюкозного агара (КГА) при оптимальных температурных условиях (28 ± 2) °С в темноте. Длительность культивирования составила 17 суток. По завершении эксперимента колония гриба полностью покрыла поверхность чашки Петри.

Мицелий характеризуется белым цветом, войлочной текстурой и компактной структурой. Колонии имеют несимметричную форму с волнистым краем. Гифы образуют плотный мицелиальный ковёр. Наблюдался характерный грибной запах (рис. 1).



Рисунок 1– Результат культивирования мицелия

После завершения культивирования мицелий был подвергнут сублимации в течение 14 часов по программной установке "Грибы" при максимальной температуре 45 °С (Рис 2) на сушильной камере Abat ЛФ-06 серии LIGHT.



Рисунок 2 – Мицелий до и после сублимационной сушки.

В процессе сублимации вес мицелия существенно уменьшился, составив 15 % от его исходного значения. Высушенный мицелий характеризуется выраженной пористой структурой и повышенной хрупкостью. Наблюдается изменение окраски в сторону желтоватого оттенка. Органолептические свойства продукта сохраняются: грибной аромат остаётся стабильным и хорошо выраженным.

Выводы. В заключение следует отметить, что сублимационная сушка (лиофилизация) является высокоэффективным и современным методом обработки мицелия, обеспечивающим максимальное сохранение его питательных, функциональных и органолептических характеристик. Таким образом, лиофилизированный мицелий приобретает особую ценность в качестве ингредиента для пищевой промышленности.

Разработка и внедрение технологий производства функциональных пищевых продуктов с использованием микопротеина представляют собой перспективное направление в области биотехнологии, направленное на решение актуальной задачи обеспечения населения высококачественными источниками белка.

Список литературы

1. Бурак, Л.Ч. Современные методы обработки и консервирования плодоовощного сырья / Л.Ч. Бурак. – СПб: Лань, 2024. – С. 352.
2. Русанова Е.И. Микопротеин: источники, влияние на организм и возможности применения в производстве пищевых продуктов. // II Международная научная конференция "Актуальные аспекты и перспективы развития современной биотехнологии". – Белгород: Белгородский государственный технологический университет (БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 84-90.
3. Фармацевтическая технология: учебник для вузов / А.М. Лунегов, А.А. Дельцов, В.А. Барышев [и др.]. – СПб: Лань, 2024. – С. 134.
4. Merivaara A. et al. Preservation of biomaterials and cells by freeze-

drying: Change of paradigm // Journal of Controlled Release. – 2021. – Т. 336. – С. 480-498.

5. Mycoprotein as a meat substitute: production, functional properties, and current challenges-a review /Khan R. [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. 2024. Т. 59. №. 1. С. 522-544.

САННИКОВ М.В., СМИРНОВ И.С., ФИЛОЗОП В.С.
**КРИОКОНСЕРВАЦИЯ ЙОГУРТОВОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО
КОНСОРЦИУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЧЕТАНИЙ
ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА И САХАРОЗЫ**

Научный руководитель: Лаврентьев Ф.В., аспирант, м.н.с.

Национальный исследовательский университет ИТМО,

г. Санкт-Петербург

e-mail: mvsannikov@itmo.ru

SMIRNOV I.S., SANNIKOV M.V., FILOZOP V.S.
**CRYOPRESERVATION OF A YOGURT BACTERIAL CONSORTIUM
USING COMBINATIONS OF DIMETHYL SULFOXIDE
AND SUCROSE**

Scientific supervisor: Lavrentev F.V., PhD student, junior researcher

ITMO University, Saint-Petersburg

e-mail: mvsannikov@itmo.ru

Аннотация: В работе представлено исследование по криоконсервации бактериального консорциума, предназначенного для использования в производстве йогуртов. Оценка жизнеспособности после криоконсервации проводилась с использованием метода Коха. В качестве криопротекторов применялись сочетания сахарозы и диметилсульфоксида (ДМСО) в различных концентрациях.

Ключевые слова: Бактериальный консорциум, криоконсервация, криопротекторы, выживаемость, пробиотики.

Abstract: The study presents the cryopreservation of a bacterial consortium intended for yogurt production. Cell viability after cryopreservation was evaluated using the Koch method. Combinations of sucrose and dimethyl sulfoxide (DMSO) at different concentrations were used as cryoprotectants.

Keywords: Bacterial consortium, cryopreservation, cryoprotectants, viability, probiotics.

Введение. Современное производство кисломолочной продукции

невозможно без использования заквасочных культур, определяющих вкус, консистенцию и пробиотическую ценность готового продукта. В условиях растущего спроса на функциональные продукты питания и ограничений на импорт заквасок возрастает потребность в разработке эффективных методов хранения микробиологических консорциумов отечественного производства [1]. Одним из ключевых этапов подготовки заквасочных культур к промышленному применению является их криоконсервация – метод, обеспечивающий длительное хранение микроорганизмов без потери жизнеспособности и технологических свойств. Правильно подобранная схема криозащиты позволяет не только сохранить клетки, но и обеспечить стабильность состава консорциума, что особенно важно при создании заквасок, предназначенных для получения йогуртов с заданными органолептическими характеристиками [2].

Создание стабильного и эффективного консорциума требует подбора штаммов с пробиотическими и технологически дополняющими друг друга свойствами. *Bacillus coagulans* МТСС 5856 – спорообразующий пробиотический штамм, способный выдерживать неблагоприятные условия желудочно-кишечного тракта. Он улучшает микробный баланс кишечника, способствует пищеварению и повышает биодоступность питательных веществ. Благодаря способности к спорообразованию, *B. coagulans* демонстрирует высокую устойчивость к стрессовым воздействиям, в том числе при низкотемпературном хранении [3]. *Streptococcus thermophilus* 9 – один из основных представителей классических йогуртовых культур. Он активно ферментирует лактозу с образованием молочной кислоты, придаёт продукту плотную текстуру и обеспечивает быстрое сквашивание [4]. *Lactobacillus animalis* 501 и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* D вносят вклад в органолептические свойства продукта за счёт интенсивного кислотообразования и участия в формировании вкуса и аромата [5]. Комплексное использование этих микроорганизмов позволяет получить продукт с улучшенными пробиотическими характеристиками, однако для сохранения их свойств необходимо подобрать оптимальные условия криозащиты.

Цель исследования. Определить оптимальные условия криозащиты бактериального консорциума, состоящего из *Bacillus coagulans* МТСС 5856, *Streptococcus thermophilus* 9, *Lactobacillus animalis* 501 и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* D, с использованием различных сочетаний сахарозы и диметилсульфоксида, обеспечивающих максимальную выживаемость микроорганизмов после криоконсервации.

Материалы и методы исследования. В работе использовались четыре штамма микроорганизмов: *Streptococcus thermophilus* 9 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-2011), *Lactobacillus animalis* 501 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-6531),

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus D (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-11949), *Bacillus coagulans* MTCC 5856, выделенный из препарата *LactoSpore*[®] (Sabinsa Corporation, США). Для оценки эффективности криозащиты штаммы замораживали при температуре $-80 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 72 часов с добавлением таких криопротекторов, как сахароза и диметилсульфоксид (ДМСО) в концентрациях 5% и 10%. После размораживания жизнеспособность клеток определяли методом Коха (формула 1).

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где N – количество колониеобразующих единиц (КОЕ) после криоконсервации,

N_0 – количество КОЕ до криоконсервации.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты эксперимента по криоконсервации бактериального консорциума с использованием различных криопротектирующих смесей представлены на рисунке. При применении сочетания сахарозы (10 %) и диметилсульфоксида (ДМСО) в концентрации 10 % наблюдалась наибольшая выживаемость клеток – 98,27 %. Немного ниже оказался результат при использовании смеси с пониженным содержанием ДМСО (5 %) при той же концентрации сахарозы – 98,14 %.

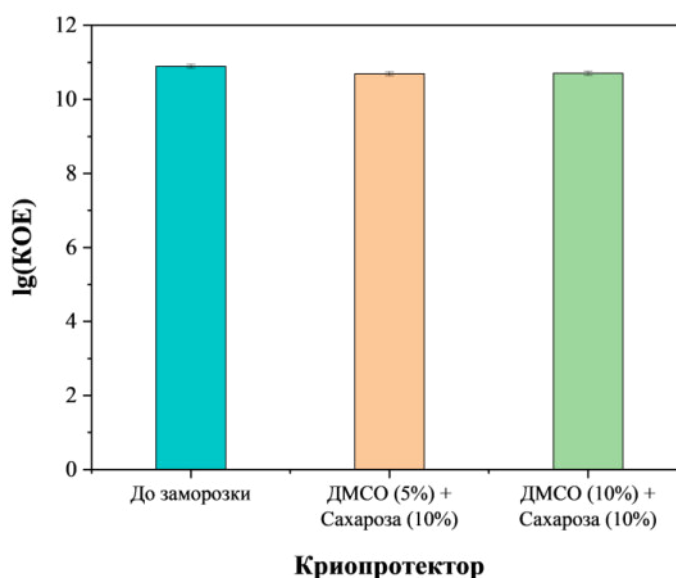


Рисунок 1 – Результаты криоконсервации

Разница между двумя условиями оказалась минимальной, что указывает на высокую эффективность обоих вариантов криозащиты. Незначительное преимущество смеси с 10 % ДМСО может быть связано с более выраженным проникающим действием этого криопротектора,

способствующим лучшей стабилизации мембранных структур клеток при замораживании. В то же время сохранение высокой выживаемости при сниженной концентрации ДМСО (5 %) делает данный вариант более предпочтительным с точки зрения снижения потенциальной цитотоксичности вещества.

Таким образом, обе исследуемые криопротектирующие смеси могут быть рекомендованы для криоконсервации бактериальных заквасок. При этом использование более мягкой по составу смеси (5 % ДМСО + 10 % сахарозы) позволяет обеспечить необходимый уровень защиты без избыточного содержания органического растворителя.

Выводы. Таким образом, проведённое исследование подтвердило высокую эффективность сочетания сахарозы и диметилсульфоксида в качестве криопротекторов для сохранения жизнеспособности бактериального консорциума, включающего *Bacillus coagulans* MTCC 5856, *Streptococcus thermophilus* 9, *Lactobacillus animalis* 501 и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* D. Наилучшие результаты были получены при использовании смеси, содержащей 10 % сахарозы и 10 % ДМСО, где выживаемость клеток достигала 98,27 %. При снижении концентрации ДМСО до 5 % жизнеспособность оставалась на сопоставимо высоком уровне – 98,14 %, что делает этот вариант предпочтительным с точки зрения минимизации потенциальной токсичности. Полученные данные позволяют рекомендовать обе протестированные схемы криозащиты для длительного хранения заквасочных культур, при этом более мягкий по составу протокол с пониженным содержанием ДМСО может рассматриваться как оптимальный с практической точки зрения.

Список литературы

1. Короткая, Е.В. Исследование свойств криоконсервированных заквасок // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 1 (20).
2. Carvalho, A.S., Silva J., Ho P., Teixeira P., Malcata F.X., Gibbs P. Relevant factors for the preparation of freeze-dried lactic acid bacteria // *International Dairy Journal*. 2004. Vol. 14, No. 10. P. 835-847.
3. Majeed, M., Nagabhushanam, K., Natarajan, S. et al. *Bacillus coagulans* MTCC 5856 supplementation in the management of diarrhea predominant Irritable Bowel Syndrome: a double blind randomized placebo controlled pilot clinical study. *Nutr J* 15, 21 (2015).
4. Галочкина Н.А., Глотова И.А., Толкачева А.А. Термофильный стрептококк: технологическая функциональность в пищевых системах, полезные для здоровья продукты метаболизма, видовая идентификация // ТППП АПК. 2024. № 1.
5. Dan, Tong & Ren, Weiyi & Liu, Yang & Tian, Jiale & Chen, Haiyan & Li, Ting & Liu, Wenjun. (2019). Volatile Flavor Compounds Profile and Fermentation Characteristics of Milk Fermented by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Frontiers in Microbiology*. 10. 10.3389/fmicb.2019.02183.

¹СИГАРЕВА А.С., ²БАРЫШЕВА Е.В., ³НЕНАШЕВ Д.С., ⁴БАРЫШЕВ М.Г.
**МОДИФИКАЦИЯ ИЗОТОПНОГО D/H СОСТАВА ПИТЬЕВОГО
РАЦИОНА ВЛИЯЕТ НА ПРООКСИДАНТНО-
АНТИОКСИДАНТНЫЙ БАЛАНС ГОЛОВНОГО МОЗГА**

¹Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

²Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар

³Кубанский государственный университет, г. Краснодар

⁴Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону
e-mail: uklys@mail.ru

¹SIGAREVA A.S., ²BARYSHEVA E.V., ³NENASHEV L.S.,
⁴BARYSHEV M.G.

**MODIFICATION OF ISOTOPIC D/H COMPOSITION OF DRINKING
DIET AFFECTS THE PROOXIDANT-ANTIOXIDANT BALANCE OF
THE BRAIN**

¹Kuban State Technological University, Krasnodar

²Kuban State Medical University, Krasnodar

³Kuban State University, Krasnodar

⁴Southern Scientific Centre of the RAS, Rostov-on-Don
e-mail: uklys@mail.ru

Аннотация: в работе представлены результаты исследований, посвященных влиянию повышенных концентраций дейтерия в питьевом рационе лабораторных животных на про- и антиоксидантный статус головного мозга лабораторных животных. Представлены данные о динамике концентрации дейтерия в плазме крови лабораторных животных при длительном потреблении воды с его повышенным содержанием.

Ключевые слова: дейтерий, протий, изотопный D/H обмен, хемилюминесценция, лабораторные животные.

Abstract: The paper presents the results of studies devoted to the influence of increased concentrations of deuterium in the drinking ration of laboratory animals on the pro- and antioxidant status of the brain of laboratory animals. Data on the dynamics of deuterium concentration in the blood plasma of laboratory animals with long-term consumption of water with its increased content are presented.

Keywords: deuterium, protium, isotopic D/H exchange, chemiluminescence, laboratory animals.

Концентрация дейтерия в природных водах Земли варьируется в зависимости от их локализации и происхождения. Диапазон этих колебаний составляет от -429 ‰ до 40 ‰, при этом за стандартное значение (0 ‰) принято содержание дейтерия в океанической воде. Эти различия влияют на уровень дейтерия в сельскохозяйственной продукции, включая фрукты и

овоши, выращенные в разных регионах [1]. На Марсе же разброс концентраций дейтерия значительно выше: от $\sim 5\text{ ‰}$ до $\sim 7000\text{ ‰}$, что наблюдается в полярных ледниках, горных вершинах и экваториальных зонах [2].

Многочисленные исследования подтверждают, что даже незначительные колебания концентрации дейтерия в питьевой воде способны вызывать как активационные (через механизмы адаптации организма), так и ингибирующие эффекты [3]. При этом изотопные эффекты в биологических системах проявляются как при снижении, так и при повышении содержания дейтерия в воде. Длительное употребление воды с пониженной концентрацией дейтерия приводит к изменению его уровня в крови и тканях лабораторных животных [1].

Изотопный обмен дейтерий/протий может происходить в:

- атомных группировках со свободной электронной парой (гидроксильных, сульфгидрильных и аминогруппах макромолекул);
- низкомолекулярных биологически активных соединениях, способных образовывать водородные связи;
- гидратных оболочках белковых молекул.

Эти процессы приводят к изменению термодинамических и кинетических свойств макромолекул.

Цель исследования – изучение воздействия питьевой воды с изменённым изотопным составом на динамику содержания дейтерия в организме лабораторных животных и интенсивность окислительных процессов.

Материалы и методы исследования. Исследование проводили на половозрелых крысах-самцах линии Вистар в возрасте 3 месяцев с массой тела 270-300 г. Животных содержали группами по 6 особей в клетках размером 294×190×125 мм в помещении с ламинарным потоком воздуха. Условия содержания включали: температуру $22\pm 1\text{ °C}$; относительную влажность $55\pm 10\%$; естественное освещение; свободный доступ к воде и корму (*ad libitum*). Все экспериментальные процедуры выполняли в период с 09:00 до 16:00 часов. Каждое животное использовали только один раз для исследования.

Животные были разделены на две равные группы:

1 группа (n=30) – животные, которые получали питьевой рацион с природным содержанием дейтерия -37 ‰ ;

2 группа (n=30) – животные, которые получали питьевой рацион, обогащенный дейтерием до 6704 ‰ .

Животных из каждой группы выводили по 5 штук на 5, 8, 11, 16, 23 и 31 сутки эксперимента для забора крови и извлечения головного мозга путем декапитации. Из крови готовили плазму и сыворотку. В сыворотке крови определяли концентрацию дейтерия, а плазму использовали для исследования интенсивности окислительных процессов. На холоде из

головного мозга извлекали кору для дальнейшего изучения интенсивности окислительных процессов, антиоксидантной активности, экспрессии генов.

Содержание дейтерия в сыворотке крови определяли на ЯМР-спектрометре Bruker Avance NEO 700 МГц по методике, описанной в [4].

Эксперимент был выполнен в центре коллективного пользования НОРЦ «Фармация» (РУДН, Москва).

Изотопный состав по водороду в лиофилизированных тканях головного мозга определяли методом масс-спектрометрии изотопных отношений легких элементов с использованием изотопного масс-спектрометра DELTA V Advantage. Прибор был совмещен с элементным анализатором Flash 2000 (Thermo Fisher Scientific) и оснащен пиролизическим реактором. Гомогенизированные образцы массой 240-280 мкг, запакованные в серебряные капсулы, загружали в автосэмплер элементного анализатора Flash 2000. Капсула, попадая в пиролизический реактор, нагретый до температуры + 1350 °С, сжигалась в потоке газ-носителя (гелий марки-6.0; 90 мл/мин). Выделенный при пиролизе водород по капилляру попадал в масс-спектрометр DELTA V Advantage через систему газораспределения Conflo II.

Интенсивность свободнорадикальных процессов в плазме крови и тканях головного мозга определяли методом хемилюминесцентного (ХЛ) анализа на приборе Lum-100 (Россия) по светосумме – интегральному показателю свечения, выраженному в условных единицах. Инициацию свечения плазмы крови вызывали добавлением 0,3 % перекиси водорода. Инициацию свечения супернатанта, полученного из тканей коры головного мозга, вызывали добавлением 35 мМ ионов Fe^{2+} в виде раствора сульфата железа (II). Результаты были представлены в процентах от контрольного образца.

Результаты исследования и их обсуждение. В контрольной группе животных (0 день) до начала воздействия уровень 2H в крови составил - 25 ± 4 ‰. У животных, которые потребляли воду с повышенным содержанием дейтерия, наблюдалось ежедневное повышение уровня 2H в крови. Так после пяти дней потребления содержание тяжёлого стабильного водорода в плазме крови повысилось на 125%. Повышение уровня дейтерия в плазме крови продолжался вплоть до 23 дня, когда данный показатель превысил контрольное значение на 468 %. В пробах, полученных от животных, потреблявших воду с повышенным содержанием дейтерия в течение 31 дня, существенно не отличались от значений для 23 дней.

Потребление воды с повышенным содержанием дейтерия привело к стабильному возрастанию уровня дейтерия в тканях головного мозга крыс. Так уже через пять дней отмечено увеличение на 17%. Далее повышение содержания дейтерия возрастало на 33%, 42%, 56%, 74% и 91% соответственно для 5-го, 8-го, 11-го, 16-го, 23-го и 31-го дней по отношению к «нулевому» дню (контролю).

Таким образом, потребление крысами воды с повышенным содержанием дейтерия приводит к возрастанию его концентрации в плазме крови и коре головного мозга. При этом скорость изотопного $^2\text{H}/^1\text{H}$ обмена в крови и мозге лабораторных животных максимальна в первые 8 дней применения утяжеленной воды. В дальнейшем происходит снижение данного параметра, что, вероятно, связано с насыщением макромолекул тканей крови и мозга атомами дейтерия.

Представленные на рисунке 1 данные показывают, что на фоне потребления крысами воды с повышенным содержанием дейтерия (6704 ‰) в плазме крови происходило смещение антиоксидантного/прооксидантного равновесия. Начиная с 8-го дня наблюдалась активация интенсивности ХЛ вплоть до 16-го дня, когда было отмечено максимальное повышение – 23% к контролю. Затем произошло снижение данного показателя и после 31-го дня потребления уровень ХЛ вернулся к физиологической норме и существенно не отличался от контрольного значения.

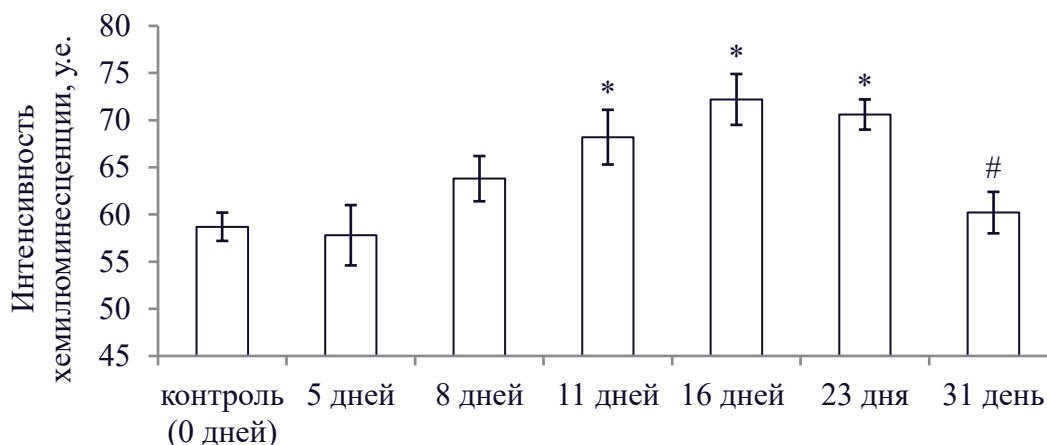


Рисунок 1 – Изменение интенсивности хемилюминесценции плазмы крови лабораторных животных на фоне потребления ими воды с изменённым изотопным составом ($\delta^2\text{H}/^1\text{H} = 6704 \text{ ‰}$)

* – $p < 0,01$ по сравнению с контролем (0 день),

– $p < 0,05$ по сравнению с предыдущим экспериментальным днем

Интенсивность ХЛ пропорциональна скорости образования свободных радикалов в модельной системе. Повышение светосуммы свечения плазмы крови может быть следствием как изменения ее антиоксидантного потенциала, так и активацией свободнорадикальных процессов.

Полученные данные показывают, что потребление воды с повышенным содержанием дейтерия, в начале эксперимента привело к нарушению баланса про- и антиоксидантных процессов. При более продолжительном воздействии произошло восстановление равновесия.

Анализ прооксидантно-антиоксидантного баланса головного мозга выявил, что на 5 сутки эксперимента происходит резкое повышение

светосуммы свечения на 23% к контролю (0 день). К 8 суткам этот показатель снижается до первоначального значения. Затем отмечено возрастание значений ХЛ в тканях коры головного мозга на 16% и 24% на 11 и 16 сутки эксперимента ($p < 0,05$). При дальнейшем потреблении изотопномодифицированной воды на 23 и 31 сутки эксперимента наблюдается снижение интенсивности хемилюминесценции. В эти дни достоверного повышения ХЛ к контролю не отмечено.

При потреблении питьевого рациона с повышенным содержанием дейтерия лабораторными животными происходит постепенное увеличение его концентрации в крови и тканях головного мозга. Происходит постепенное замещение дейтерий/протий в белках, липидах и нуклеиновых кислотах, образующих клетки.

Выводы. Полученные данные показывают, что при потреблении крысами воды с повышенным содержанием дейтерия концентрация данного изотопа водорода нарастает в плазме крови и коре головного мозга. При этом скорость изотопного обмена дейтерий/протий максимальна в первые 8 дней эксперимента. Потребление воды с повышенным содержанием дейтерия, в начале эксперимента привело к нарушению баланса про- и антиоксидантных процессов с последующей нормализацией при более продолжительном воздействии.

Работа выполнена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН на 2025 г., № гос. рег. 125011700394-5.

Список литературы

1. Basov A., Fedulova L., Baryshev M., Dzhimak, S. Deuterium-Depleted Water Influence on the Isotope $^2\text{H}/^1\text{H}$ Regulation in Body and Individual Adaptation // *Nutrients*. 2019. Vol. 11. P. 1903.
2. Villanueva G.L., Mumma M.J., Novak R.E., et al. Strong water isotopic anomalies in the martian atmosphere: probing current and ancient reservoirs // *Science*. 2015. Vol. 348, N 6231. P. 218-221.
3. Козин С.В., Лясота О.М., Кравцов А.А., и др. Смещение прооксидантно-антиоксидантного равновесия в организме лабораторных животных при пятикратном повышении концентрации дейтерия в питьевом рационе // *Биофизика*. 2023. Т. 68, № 2. С. 369-375.
4. Джимаков С.С., Копытов Г.Ф., Кашаев Д.В., и др. Применение ЯМР-спектроскопии для определения низких концентраций нерадиоактивных изотопов в жидких средах // *Известия вузов. Физика*. 2015. Т. 58, № 7. С. 47-52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11182-015-0591-9>.

СМИРНОВ И.С., САННИКОВ М.В., ВОЛОДАРСКИЙ М.О.
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРИОЗАЩИТЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО
КОНСОРЦИУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ
КРИОПРОТЕКТОРОВ**

Научный руководитель: Лаврентьев Ф.В., аспирант, м.н.с.

Национальный исследовательский университет ИТМО,

г. Санкт-Петербург

e-mail: is_smirnov@itmo.ru

SMIRNOV I.S., SANNIKOV M.V., VOLODARSKII M.O.
**COMPARATIVE ASSESSMENT OF CRYOPROTECTION OF A
BACTERIAL CONSORTIUM USING DIFFERENT
CRYOPROTECTANTS**

Scientific supervisor: Lavrentev F.V., PhD student, junior researcher

ITMO University, Saint-Petersburg

e-mail: is_smirnov@itmo.ru

Аннотация: В статье рассматривается эффективность различных криопротекторов при криоконсервации компонентов бактериального консорциума. Оценка жизнеспособности клеток после криоконсервации проводилась методом Коха. Проведено сравнение выживаемости бактерий при использовании различных типов криопротекторов.

Ключевые слова: Бактериальный консорциум, криоконсервация, криопротекторы, выживаемость, пробиотики.

Abstract: The article investigates the effectiveness of various cryoprotectants for the cryopreservation of a bacterial consortium. Cell viability after cryopreservation was assessed using the Koch method. The survival of bacterial strains with different cryoprotectants was compared.

Keywords: Bacterial consortium, cryopreservation, cryoprotectants, viability, probiotics.

Введение. Криоконсервация является важным методом длительного хранения микроорганизмов, особенно востребованным в пищевой биотехнологии для сохранения пробиотических и технологически значимых штаммов. Однако воздействие низких температур может вызывать повреждения клеточных структур, снижая выживаемость культур [1].

Для защиты клеток используют два вида различающихся по механизму действия криопротекторов: проникающие и непроникающие. Их эффективность зависит от вида микроорганизма и концентрации вещества, что требует индивидуального подбора условий [2, 3].

Штаммы *Bacillus coagulans* и *Lactococcus lactis* активно применяются в производстве функциональных продуктов и заквасок, отличаясь высокой

биологической активностью и технологической устойчивостью [4, 5]. Изучение оптимальных условий их криозащиты позволяет повысить сохранность культур при заморозке.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является сравнительная оценка эффективности различных криопротекторов в обеспечении криозащиты компонентов бактериального консорциума, состоящего из штаммов *Bacillus coagulans* MTCC 5856, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335 и *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4.

Материалы и методы исследования. В работе использовались три штамма микроорганизмов: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-3392), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335 (выдан из коллекции БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт», регистрационный номер В-1988), *Bacillus coagulans* MTCC 5856, выделенный из препарата *LactoSpore*[®] (Sabinsa Corporation, США). Для оценки эффективности криозащиты штаммы замораживали при температуре -80 ± 5 °С в течение 72 часов с добавлением таких криопротекторов, как сахароза и диметилсульфоксид (ДМСО) в концентрациях 5 %, 10 % и 15 %. После размораживания жизнеспособность клеток определяли методом Коха (формула 1).

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где N – количество колониеобразующих единиц (КОЕ) после криоконсервации,

N_0 – количество КОЕ до криоконсервации.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведённого исследования представлены в таблице 1. Анализ полученных данных показал, что степень выживаемости бактериальных культур после криоконсервации варьировалась в зависимости от используемого криопротектора и его концентрации. Для *Bacillus coagulans* MTCC 5856 наиболее высокая выживаемость наблюдалась при использовании 5 % раствора ДМСО (94,67 %). В целом, выживаемость этой культуры оставалась стабильно высокой независимо от концентрации сахарозы или ДМСО, что указывает на её устойчивость к условиям криоконсервации. В случае *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 максимальный уровень выживаемости (93,69 %) был достигнут при использовании 10 % сахарозы. При этом применение ДМСО, напротив, не оказывало значительного положительного эффекта: выживаемость оставалась на уровне около 82 % при всех концентрациях. Это может свидетельствовать о большей эффективности сахарозы как криопротектора для данного штамма. Для *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335 наилучший результат также был достигнут при использовании 10 % сахарозы – 95,13 %. Использование ДМСО в этом случае обеспечивало более низкие показатели, особенно при

концентрации 15 % (80,43 %), что может указывать на возможную токсичность высоких концентраций ДМСО для данного штамма.

Таблица 1 – Процент выживаемости после проведённой криоконсервации

Бактериальная культура	Концентрация раствора криопротектора	Выживаемость с сахарозой	Выживаемость с ДМСО
<i>Bacillus coagulans</i> MTCC 5856	5 %	91,22 %	94,67 %
	10 %	91,74 %	94,13 %
	15 %	91,43 %	92,85 %
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> 4	5%	86,58 %	81,97 %
	10 %	93,69 %	82,39 %
	15 %	87,75 %	82,14 %
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 335	5 %	82,01 %	83,09 %
	10 %	95,13 %	91,23 %
	15 %	85,50 %	80,43 %

Таким образом, наиболее эффективным криопротектором в большинстве случаев оказалась сахароза при концентрации 10 %. Особенно выраженное положительное влияние сахарозы наблюдалось для штаммов *Lactococcus lactis*, в то время как *Bacillus coagulans* демонстрировал высокую выживаемость при использовании обоих криопротекторов.

Выводы. Проведённое исследование показало, что выбор криопротектора и его концентрации оказывает существенное влияние на выживаемость различных штаммов микроорганизмов после криоконсервации. Наиболее стабильные показатели выживаемости были зафиксированы у *Bacillus coagulans* MTCC 5856, независимо от типа и концентрации криопротектора. Для штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 и *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335 наилучшие результаты достигались при использовании 10% раствора сахарозы, что свидетельствует о её высокой эффективности в качестве криопротектора. ДМСО показал меньшую эффективность и возможную токсичность при высоких концентрациях для отдельных штаммов. Таким образом, сахароза в концентрации 10% может рассматриваться как предпочтительный криопротектор для криоконсервации микроорганизмов данного консорциума.

Список литературы

1. Carvalho A. S., Silva J., Ho P., Teixeira P., Malcata F. X., Gibbs P. Relevant factors for the preparation of freeze-dried lactic acid bacteria // *International Dairy Journal*. 2004. Vol. 14, No. 10. P. 835-847.
2. Gänzle M. G. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage // *Current Opinion in Food Science*. 2015. Vol. 2. P. 106-117.
3. Hubálek Z. Protectants used in the cryopreservation of microorganisms

// *Cryobiology*. 2003. Vol. 46, No. 3. P. 205-229.

4. Hyronimus B., Le Marrec C., Hadj Sassi A., Deschamps A. Acid and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria // *International Journal of Food Microbiology*. 2000. Vol. 61, No. 2-3. P. 193-197.

5. Mazur P. Principles of cryobiology // In: Fuller B. J., Lane N., Benson E. E. (Eds.) *Life in the Frozen State*. Boca Raton: CRC Press, 2004. P. 3-65.

СУЛТОНОВА П.М., КОДИРОВА Г., УСМАНОВА С.Р.
**ВЫДЕЛЕНИЕ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ
ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА
(*ROSA SPP.*), СОБРАННЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ**

*Институт химии им. В.И. Никитина Национальной Академии наук
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан
e-mail: surayo.usmanova@gmail.com*

SULTONOVA P.M., KODIROVA G., USMANOVA S.R.
**ISOLATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF POLYPHENOLIC
COMPOUNDS FROM ROSEHIP (*ROSA SPP.*) FRUITS COLLECTED IN
TAJIKISTAN**

*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy
of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan
e-mail: surayo.usmanova@gmail.com*

Аннотация: Проведено исследование по выделению полифенольных соединений (ПФС) из плодов шиповника мацерацией в 70% этаноле в два этапа. Определены их содержание и антиоксидантная активность. Наибольшие значения получены во второй фракции из семян. Результаты подтверждают потенциал плодов шиповника как ценного источника природных антиоксидантов.

Ключевые слова: шиповник, полифенольные соединения, мацерация, антиоксидантная активность, DPPH.

Abstract: A study was conducted to isolate polyphenolic compounds (PPC) from rose hips using maceration in 70 % ethanol in two stages. Their content and antioxidant activity were determined. The highest values were obtained in the second fraction from seeds. The results confirm the potential of rose hips as a valuable source of natural antioxidants.

Keywords: rosehip, polyphenolic compounds, maceration, antioxidant activity, DPPH.

Плоды шиповника (*Rosa spp.*) традиционно используются как лекарственное сырье, богатое витаминами, флавоноидами и фенольными соединениями. Современные исследования подтверждают высокую биологическую активность полисахаридов и фенольных компонентов, включая их антиоксидантные, противовоспалительные и иммуномодулирующие свойства [1].

Целью исследования являлось выделение полифенольных соединений (ПФС) из кожуры и семян плодов шиповника, оценка их выхода, содержание фенольных соединений и определение их антиоксидантной активности.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили плоды шиповника, которые были собраны в экологически чистых районах Республики Таджикистан. Плоды измельчались на ножевой мельнице *GRINDOMIX GM 200* (Германия) при 6500 об/мин, просеивались и разделялись на семена и кожуру. Сырьё (семена и кожура по отдельности) было предварительно обезжирено органическим растворителем [2] на аппарате Сокслета. Экстракцию проводили при температуре 80 °С до обесцвечивания раствора этилацетата. Жиро-восковые вещества (ЖВВ) из образца изолировали при 12 циклах, время одного цикла примерно 35-40 мин.

Экстракция полифенольных соединений семян и кожуры плодов по отдельности проводилась мацерацией в 70 % этаноле при комнатной температуре (25 °С) в течение 7 суток в два этапа, формируя две фракции (1 и 2). Полученные экстракты фильтровались, выпаривались и высушивались при 40 °С.

Общая сумма фенольных соединений определялась методом Фолина-Чекальтеу [3].

Антиоксидантная активность (АОА) определялась с использованием метода восстановления радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) [4]. Измерение окраски раствора после ингибирования радикала проводилось спектрофотометрически при 517 нм. Результаты улавливания свободных радикалов относительно контроля выражены в %.

Результаты исследования и их обсуждение. Выход ЖВВ после обезжиривания кожуры составил 10,28 %, а из семян плодов шиповника 4,75 %. Анализ содержания веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС из кожуры и семян плодов шиповника показал, что наибольший выход был зафиксирован при первичной мацерации кожуры и составил 24,28 %. Это может быть обусловлено более рыхлой структурой кожуры, способствующей лучшему проникновению экстрагента и более полной экстракции полифенольных компонентов. Повторная мацерация той же части плодов (вторая фракция) дала значительно меньший (в 4,5 раза) выход – 5,39 %, что свидетельствует о практически полном извлечении ПФС, что суммарно составил – 29.67 % (табл. 1).

В случае семян, аналогичная тенденция наблюдается ещё в более выраженной степени: при первичной мацерации выход содержание веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС составил 6,29 %, тогда как при повторной экстракции выделяли еще 0,86 % (в 7,3 раза меньше предыдущей фракции).

Таблица 1 – Выход ЖВВ и ПФС из различных фракций

Образец	Выход ЖВВ, %	Фракция, выход ПФС, %	
Кожура плодов шиповника	10.28	1	24,28
		2	5,39
Суммарное содержание веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС в кожуре			29,67
Семена плодов шиповника	4.75	1	6,29
		2	0,86
Суммарное содержание веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС в семенах			7,15
Всего содержание веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС			36,82

Однако, несмотря на сравнительно низкие массовые показатели выхода содержание веществ, экстрагированных 70 % спиртом включая ПФС, именно в семенной фракции второй мацерации было зафиксировано максимальное содержание ПФС по методу Фолин-Чекальтеу – 10,69 % (табл. 2). Это может быть обусловлено тем, что при первичной экстракции наряду с полифенольными соединениями (ПФС) в раствор переходят также углеводы, красящие вещества и танины, в то время как наибольшее высвобождение целевых компонентов – полифенольных соединений – происходит преимущественно при повторном воздействии экстрагирующего агента.

Таблица 2 – Содержание полифенольных соединений во фракциях кожуры и семян плодов шиповника

Фракция/Образец	С, мг/мл	содержание ПФС, %
1/кожура плодов шиповника	0,094	9,42
2/кожура плодов шиповника	0,059	5,87
1/семена плодов шиповника	0,106	10,62
1/семена плодов шиповника	0,107	10,69

Проведённое определение антиоксидантной активности (АОА) методом восстановления радикала DPPH показало, что все полученные фракции обладают выраженной способностью к улавливанию активности свободных радикалов. Значения АОА варьировали от 84,71 % до 89,41 %. Наивысшая антиоксидантная активность была отмечена во второй фракции семян, что коррелирует с её высоким содержанием фенольных соединений (табл. 3). Таким образом, полученные результаты подтверждают наличие

прямой зависимости между уровнем содержания ПФС в образцах и их антиоксидантным потенциалом.

Таблица 3 – Антиоксидантная активность экстрактов кожуры и семян из плодов шиповника

Фракция/Образец	АОА, %
1/кожура плодов шиповника	88.82
2/кожура плодов шиповника	84.71
1/семена плодов шиповника	85.88
2/семена плодов шиповника	89.41

Проведённое исследование подтвердило эффективность метода мацерации в 70 % этаноле для экстракции ПФС из различных частей плодов шиповника. Максимальный выход ПФС (24,28 %) был достигнут при первичной мацерации кожуры, что свидетельствует о высокой доступности фенольных соединений в данном субстрате и эффективном проникновении растворителя на начальном этапе экстрагирования. Повторная экстракция кожуры и семян сопровождалась значительным снижением выхода экстрактов, однако позволила выделить фракции с более высокой концентрацией биологически активных веществ. Наибольшее содержание фенольных соединений (10,69 %) и выраженную антиоксидантную активность (89,41 %) продемонстрировала вторая фракция семян. Это может быть обусловлено спецификой структуры семян, затрудняющей высвобождение ПФС в начальной фазе экстрагирования и требующей более длительного воздействия растворителя.

Результаты определения антиоксидантной активности показали тесную взаимосвязь между уровнем содержания полифенольных соединений и способностью экстрактов к нейтрализации свободных радикалов.

Все полученные фракции продемонстрировали высокие показатели антиоксидантной активности (84,71-89,41 %), что указывает на наличие в их составе природных антиоксидантов с потенциальной биологической значимостью.

Выводы. Таким образом, плоды шиповника, включая как кожуру, так и семена, могут рассматриваться в качестве перспективного сырья для получения природных антиоксидантных препаратов. Полученные данные открывают возможности для дальнейших исследований, направленных на структурную идентификацию ПФС и оценку их фармакологического действия, а также практическое применение в фармацевтической и пищевой промышленности.

Список литературы

1. Negrean O., Farcas A. C., Nemes S. A., Cic D., & Socaci S. A. Recent advances and insights into the bioactive properties and applications of Rosa canina L. And its by-products // Heliyon. – 2024. – Vol.10, Is.9. – e30816.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30816>

2. Jonmurodov A., Bobokalonov J., Usmanova S., Muhidionv Z.K., and Liu, L.S. Value Added Products from Plant Processing. Agricultural Sciences, 2017. – Vol.8. – P.857-867. <https://doi.org/10.4236/as.2017.88063>

3. Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent // Methods in Enzymology. – 1999. – V. 299. – P. 152-178.

4. Marinova G., Batchvarov V. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH // Bulg. J. Agric. Sci. – 2011. – V. 17, – № 1. – P. 11-24.

¹ТУБОЛЬЦЕВА А.С., ²ВЕКОВЦЕВ А.А.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ С САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯМИ ДЛЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

¹Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово

²Компания «Арт Лайф», г. Томск

e-mail: tub_anna7@mail.ru

¹TUBOLTSEVA A.S., ²VEKOVTSSEV A.A.

A SPECIALIZED PRODUCT WITH SUGAR SUBSTITUTES FOR DIABETIC NUTRITION

¹Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kemerovo

²Art Life Company, Tomsk

e-mail: tub_anna7@mail.ru

Аннотация: Разработан рецептурный состав нового специализированного продукта – мармелада на пектине без сахара для диабетического питания. Определены регламентируемые показатели качества. Установлена пищевая ценность. Проведены доказательные медицинские исследования эффективности кондитерского изделия.

Ключевые слова: кондитерское изделие, сахарозаменители, диабет, профилактика, комплексное лечение.

Abstract: The formulation of a new specialized product has been developed – sugar-free pectin marmalade for diabetic nutrition. Regulated quality indicators are defined. Nutritional value has been established. Evidence-based medical studies of the effectiveness of confectionery have been conducted.

Keywords: confectionery, sweeteners, diabetes, prevention, complex treatment.

Разработка пищевых продуктов с сахарозаменителями – одно из приоритетных направлений современной нутрициологии, учитывая широкое распространение диабета 2 типа и его негативных последствий [1-3].

Разработана рецептура нового кондитерского изделия – мармелада на пектине. В качестве натуральных сахарозаменителей использованы мальтит и ксилит – безопасные для здоровья и риска возникновения сахарного диабета. Для коррекции метаболических процессов при нарушениях углеводного обмена в рецептуру включены пептидные ультрализаты, представляющие сухую гидролизованную биомассу. В зависимости от рода бактерий применялись следующие ультрализаты: BB-Br *Bifidobacterium breve* ARTB-129, BB-Bf *Bifidobacterium bifidum* ARTB-187, PR-Frd *P. freudenreichii* ARTB-137, ST-Tr *Streptococcus thermophilus* ARTB-188, BB-In *B. longum subsp. infantis* ARTB-189. Пептидные ультрализаты выполняют в организме индивидуальные функции, обладая синергической направленностью в отношении коррекции метаболических процессов при нарушениях углеводного обмена. Ультрализаты не являются продуктами ГМО, содержат пробиотически значимые пищевые вещества и минорные компоненты, а также индивидуальные метаболиты, определяющие функциональные свойства специализированного продукта и его место в персонализированном питании и превентивной медицине. Они выполняют также функцию пребиотиков, стимулируя рост собственной полезной микрофлоры кишечника. КЦЖК (короткоцепочечные жирные кислоты), входящие в состав пептидного ультрализата BB-Bf на основе *Bifidobacterium bifidum* способствуют улучшению гомеостаза глюкозы и чувствительности к инсулину. Пропионовая кислота обеспечивает энергообеспечение эпителия кишечника, антибактериальный эффект, регуляцию пролиферации и дифференцировки эпителия, поставки субстратов глюконеогенеза, блокировки адгезии патогенов к эпителию, поддержание ионного обмена.

Ультрализат пептидный BB-Ln на основе *Bifidobacterium longum* оказывает влияние на созревание и профиль секреции цитокинов дендритных клеток, которые представляют собой мощные антигенпрезентирующие клетки (иммуностимуляция). Биологически активные пептиды ультрализата пептидного ST-Tr на основе *Streptococcus thermophiles* обеспечивают иммуномодулирующие реакции.

Определены регламентируемые органолептические и физико-химические показатели качества мармелада (табл. 1).

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества мармелада

Наименование показателя	Содержание характеристики
Внешний вид	формованный мармелад, упругие, допустим след от формы, поверхность опудрена
Цвет	соответствует наименованию
Вкус и запах	соответствует вкусо-ароматической добавке
Массовая доля влаги, %	7,5-12,0

Исследована пищевая ценность разработанного продукта (табл. 2)

Таблица 2 – Пищевая ценность мармелада на пектине без сахара

Пищевая ценность	г/4 грамма (1 штука) продукта	г/100 грамм продукта *
Жиры	0	0,1
Белки	0,01	0,2
Углеводы	0,09	2,0
Сахароспирты (за исключением эритрита)	2,0	50,0
Органические кислоты	0,07	1,5
Пищевые волокна	0,9	23,0
Энергетическая ценность, кКал	7,14	180,0
Энергетическая ценность, кДж	29,90	750,0

Технология производства специализированного кондитерского изделия включает приготовление и дозирование рецептурной смеси, уваривание мармеладной массы, отливку в формы, опудривание или глянцеование, сушку, фасовку и упаковку.

По микробиологическим критериям безопасности, содержанию токсических элементов и пестицидов продукт соответствует требованиям технического регламента ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Клиническими исследованиями доказано, что включение в рацион диабетического продукта снижает уровень гликемии с улучшением показателей липидного и углеводного обмена у больных сахарным диабетом 2 типа.

Разработанное диабетическое кондитерское изделие – мармелад на пектине без сахара с использованием сухой гидролизованной бактериальной биомассы может быть рекомендовано для коррекции метаболических нарушений при диабете 2 типа.

Список литературы

1. Вековцев, А.А. Инновационная биотехнология гидролизованной биомассы – пептидного ультрализата с использованием селективных бактерий / А.А. Вековцев, В.М. Позняковский, А.С. Тубольцева // Вестник Южно-Уральского университета. Серия: Пищевые биотехнологии. – 2024. – Т. 12, № 4. – С. 5-12.

2. Тубольцева, А.С. Кондитерские изделия для здорового питания: новые технологии / А.С. Тубольцева // Коллективная монография «Инновационные технологии и биотехнологии в агропромышленной сфере и нутрициологии». – СПб: Лань, 2024. – С. 306-320.

3. Савенкова, Т.В. Сахарозаменители растительного происхождения в производстве диабетических кондитерских изделий / Т.В. Савенкова, Т.В. Рензьева // Коллективная монография «Актуальные проблемы хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». – СПб: Лань, 2020. – С.134-157.

ТУРОВА М.А., НАЗАРОВА И.А.
**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА
 ЗДОРОВЬЕ, ПРОФИЛАКТИКУ И ЛЕЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ
 ЗАБОЛЕВАНИЙ**

*«Московский областной медицинский колледж» Орехово-Зуевский филиал,
 г. Орехово-Зуево
 e-mail: 1692tm@mail.ru
 e-mail: innochka_nazarova_2015@mail.ru*

TUROVA M.A., NAZAROVA I.A.
**THE INFLUENCE OF VARIOUS FOOD COMPONENTS ON HEALTH,
 PREVENTION AND TREATMENT OF VARIOUS DISEASES**

*«Moscow Regional Medical College» Orekhovo-Zuyevsky branch,
 Orekhovo-Zuyevo
 e-mail: 1692tm@mail.ru
 e-mail: innochka_nazarova_2015@mail.ru*

Аннотация: В данной статье рассматривается влияние различных пищевых компонентов на здоровье человека. Анализируется воздействие макро- и микронутриентов, витаминов, минералов, антиоксидантов и других биологически активных веществ на основные физиологические процессы организма.

Ключевые слова: Пищевые компоненты, макронутриенты, микронутриенты, витамины, минералы, антиоксиданты, здоровье, сбалансированное питание.

Abstract: This article examines the influence of various food components on human health. It analyzes the effects of macro- and micronutrients, vitamins, minerals, antioxidants, and other biologically active substances on the body's main physiological processes.

Keywords: Food components, macronutrients, micronutrients, vitamins, minerals, antioxidants, health, balanced nutrition.

Цель исследования. Влияния различных пищевых компонентов на здоровье человека, включая их роль в профилактике и лечении различных заболеваний.

Материалы и методы исследования. Здоровье человека напрямую зависит от качества потребляемой пищи. Сбалансированный рацион, богатый необходимыми питательными веществами, играет ключевую роль в поддержании хорошего самочувствия, профилактике и даже лечении различных заболеваний. В современном мире, где ритм жизни постоянно ускоряется, а доступность продуктов питания становится все шире, вопрос правильного и сбалансированного питания приобретает особую актуальность. Здоровье, энергия, работоспособность и даже настроение напрямую зависят от того, какие питательные вещества мы получаем с пищей. Сбалансированное питание – это не просто модный тренд, а основа для полноценного функционирования организма, надежная защита от множества заболеваний и залог долголетия. Оно предполагает поступление всех необходимых макро- и микронутриентов в оптимальных пропорциях, удовлетворяющих индивидуальные потребности каждого человека.

Наше питание – это фундамент, на котором строится благополучие всего организма. Каждый элемент, будь то белок, жиры, углеводы, витамины, минералы или антиоксиданты, играет свою уникальную и незаменимую роль в поддержании жизненно важных функций. От роста и восстановления тканей до защиты от болезней, а именно три основных функции: это обеспечение строительным материалом, энергией для поддержания мышечной и умственной деятельности, а также обеспечение веществами, играющими важную роль в регулировании обмена веществ. Все эти процессы в организме зависят от поступления необходимых питательных веществ.

Результаты исследования и их обсуждение. Правильное сбалансированное питание должно содержать достаточное количество нутриентов. Макронутриенты необходимы организму в больших количествах. Это основные соединения белки, жиры и углеводы.

Белки, как строительный материал клеток, обеспечивают здоровье мышц, костей, иммунной системы. В организме белки не депонируются, поэтому необходимо ежедневное их поступление с пищей. Соответственно дефицит белка приводит к нарушению костеобразования, замедлению роста и умственного развития в детском возрасте. Во взрослом возрасте нарушается кроветворение, обмен жиров и витаминов, снижается жизненная активность и сопротивляемость организма.

Жиры, они же липиды, далеко не однозначно «вредные», являются источником энергии, выполняют структурную функцию, так как входят в состав биомембран всех клеток, участвуют в гормональной регуляции, обеспечивают защиту внутренних органов, являются растворителями жирорастворимых витаминов, таких как: ретинол, кальциферол, токоферол,

филлохинон. Также жиры, входящие в состав нервных клеток и их отростков, обеспечивают направленность потоков нервных сигналов в головном мозге.

Однако важно делать упор на полезные ненасыщенные жиры, ограничивая потребление насыщенных и трансжиров. К ненасыщенным жирам, имеющим высокую плотность, которые связывают холестерин с периферии и несут в печень, относят в первую очередь Омега 3 жирные кислоты.

Углеводы – основной быстрый источник энергии – должны поступать преимущественно в виде сложных углеводов, так как расщепление их происходит намного медленнее и тем самым уровень гликемии в крови не превышает недопустимых значений. Также поступление углеводов должно сопровождаться высоким содержанием клетчатки, чтобы замедлить расщепление углеводов, тем самым обеспечить стабильный уровень сахара в крови и предотвратить развитие метаболических нарушений.

Микронутриенты, такие как витамины и минералы, хоть и требуются в небольших количествах, не менее важны. Меньшая их часть синтезируется в организме микрофлорой кишечника, а большая часть поступает из вне. Соответственно на данный баланс влияет здоровое комплексное питание.

Микронутриенты участвуют в тысячах биохимических реакций, поддерживая здоровье всех систем организма. Недостаток любого из этих микроэлементов может привести к серьезным последствиям для здоровья.

Антиоксиданты – наши защитники от свободных радикалов, уменьшающие риск развития хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания и рак. Они препятствуют развитию атеросклеротических изменений на стенке сосудов и блокируют образование канцерогенеза. Также антиоксиданты замедляют процессы старения человеческого организма.

Пищевые волокна, хоть и не перевариваются организмом, играют важнейшую роль в регуляции пищеварения, контроле веса и поддержании здоровой микрофлоры кишечника. Они обладают сорбирующим действием, связывают токсины и выводят из организма.

Выводы. Рацион питания со временем меняется под воздействием различных социальных и экономических факторов, а также из-за их сложного взаимодействия, способствующего формированию индивидуальных моделей питания.

В мире питания не существует универсальных решений. То, что полезно одному, может быть неэффективно или даже вредно для другого. Именно поэтому индивидуальный подход к питанию становится все более актуальным и признается ключевым фактором для достижения оптимального здоровья и благополучия. «Одна диета для всех» – это устаревшая концепция, которая не учитывает уникальные потребности каждого организма.

Многочисленные факторы влияют на то, как наше тело усваивает и использует питательные вещества. Возраст, пол, уровень физической активности, генетическая предрасположенность, состояние здоровья, наличие хронических заболеваний, образ жизни, культурные и личные предпочтения – все это играет важную роль в формировании индивидуальных потребностей в питании.

Индивидуальный подход к питанию предполагает учет всех вышеперечисленных факторов и разработку персонализированного плана питания, который будет соответствовать вашим уникальным потребностям. Этот план может включать рекомендации по количеству калорий, соотношению макронутриентов (белков, жиров и углеводов), выбору продуктов, режиму питания и приему пищевых добавок.

Для разработки индивидуального плана питания рекомендуется обратиться к квалифицированному специалисту. В области медицинского питания имеются специалисты диетолог и нутрициолог, и разница между ними существенная. Для подбора рациона питания с учетом жалоб пациента по хроническому либо острому заболеванию следует проконсультироваться с диетологом, а для подбора в целом сбалансированного и правильного питания, а именно гигиены питания, достаточно консультации нутрициолога.

Специалист проведет комплексный анализ вашего состояния здоровья, уровня физической активности, пищевых привычек и других факторов, и на основе полученных данных разработает оптимальный рацион, который поможет вам достичь ваших целей в области здоровья и хорошего самочувствия. Не стоит полагаться на универсальные диеты и советы из интернета, так как самолечение в вопросах питания может быть опасно для здоровья.

Сбалансированное питание, включающее все необходимые пищевые компоненты в оптимальных пропорциях, является ключевым фактором долголетия, активной жизни и профилактики множества заболеваний. Индивидуальный подход к питанию, учитывающий возраст, образ жизни и состояние здоровья, поможет максимизировать пользу от потребляемой пищи. Не стоит забывать и о консультации со специалистом для разработки персонального плана питания, который будет способствовать достижению ваших целей в области здоровья.

Таким образом, нутрициология и диетология дает знания в назначении диеты, позволяя определить тактику ведения пациентов с хроническими заболеваниями и индивидуальными особенностями.

Список литературы

1. Богданова Н.А. Функциональное питание. Эксмо, 2022. – 320 с.
2. Витамины и минеральные вещества: справочник / под ред. Иванова В.И. – СПб: Питер, 2021. – 256 с.
3. Иванов А.И. Влияние пробиотиков на микрофлору кишечника /

А.И. Иванов, П.П. Петров // Медицинский журнал. – 2023. – № 5. – С. 123-128.

4. Смирнов В.В. Диетология Медицина, 2019. – 400 с.

ТЮРИНА Д. В., НАЗАРЬКО М. Д.
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВОЙ РОЛИ
МАЛАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО
ПРОФИЛЯ ВИНА**

*Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар
e-mail: dana.tyurina.04@mail.ru*

TURINA D. V., NAZARKO M. D.
**MODERN IDEAS OF THE KEY ROLE OF MALATES IN
THE FORMATION OF THE ORGANOLEPTIC PROFILE OF WINE**

*Kuban State Technological University, Krasnodar
e-mail: dana.tyurina.04@mail.ru*

Аннотация: Исследование посвящено анализу роли малатов в формировании органолептических свойств вина, включая кислотность, аромат и вкус. Рассмотрены биохимические процессы их образования в ходе брожения, а также влияние специализированных дрожжей и современных технологий, криоконцентрирования, холодной мацерации на управление уровнем содержания малатов.

Ключевые слова: малаты, органолептические свойства, кислотность вина, биохимические реакции, современные технологии виноделия, дрожжевые штаммы, криоконцентрирование, холодная мацерация.

Abstract: The study is devoted to the analysis of the role of malates in the formation of organoleptic properties of wine, including acidity, aroma and flavor. The biochemical processes of their formation during fermentation are considered, as well as the influence of specialized yeasts and modern technologies, cryoconcentration, cold maceration on the control of malate content level. It is shown that the regulation of these compounds is critical for the creation of balanced wines with a pronounced fruity note and long aftertaste. Special attention is paid to innovative approaches that combine environmental sustainability and product quality improvement.

Keywords: malates, organoleptic properties, wine acidity, biochemical reactions, modern winemaking technologies, yeast strains, cryoconcentration, cold maceration.

Цель исследования – изучить влияние малатов на органолептические

характеристики вина и оценить эффективность современных технологий для контроля их концентрации в производственном цикле.

Малаты синтезируются в ягоде винограда во время стадии созревания благодаря импорту фотосинтетического фиксированного углерода из листьев и фотосинтетической активности клеток экзокарпия.

Они играют важную роль в формировании комплекса органолептических свойств вина, определяя его кислотность, аромат и вкус. Эти вещества образуются и в ходе брожения, где они служат как углеродные источники для дрожжей, активно участвуя в установлении кислоты и баланса сахарности через приводимые биохимические реакции. Эти процессы, в свою очередь, влияют на восприятие вина потребителем [1].

Малаты могут оказывать заметное влияние на качество вина, особенно в контексте его ароматического профиля. В процессе вторичного брожения, которое используется в производстве игристых вин, малаты усваиваются дрожжами, приводя к образованию летучих соединений, которые формируют ароматы. Это может быть созидательной силой в создании ароматических букетов. Даже небольшие изменения в концентрациях малата в вине могут заметно изменить его органолептические характеристики [2].

Вина с высоким содержанием малата обычно характеризуются яркостью и освежающим вкусом. Например, в случае белых вин, содержание малата может способствовать формированию выраженной кислотности и легкой фруктовой ноты, что делает их привлекательными и аппетитными. Напротив, низкое содержание малата может привести к менее интригующему вкусовому профилю, что затруднит восприятие насыщенности и сложности. Поэтому контролирование уровня малатов является критически важным этапом на пути к созданию высококачественного вина [3].

Биохимические процессы, которые происходят в процессе брожения, также влияют на образование и обмен малатами. Условия, в которых происходит ферментация, такие как температура, сорта используемых дрожжей и состав сусла, имеют решающее значение для того, как эффективно будут усваиваться малаты. Например, использование специализированных дрожжей, которые эффективно перерабатывают малат, может обеспечить лучшую интеграцию этих соединений в вино и, таким образом, повысить его качество и сложность аромата [4].

Существует также ряд технологий, позволяющих улучшать качество вина через манипуляции с уровнями малатов. К примеру, применение криоконцентрирования может привести к увеличению крепости напитка и улучшению его органолептических характеристик за счет оптимизации соотношения малата и кислот [5]. Такой подход требует точного контроля за процессами, чтобы избежать возможных негативных эффектов, таких как избыточная кислотность или отсутствие гармонии во вкусе.

Органическое виноделие способствует естественному синтезу малатов за счет стимуляции стрессовых реакций винограда. Исследования в регионе Бордо показали, что органические сорта Каберне Совиньон содержат на 12-15 % больше малатов по сравнению с традиционными аналогами [6]. Однако такой подход требует тщательного подбора дрожжей, например, *Lachancea thermotolerans*, которые компенсируют повышенную кислотность за счет биоконверсии малата в молочную кислоту [7].

Таким образом, дебаты среди виноделов и исследователей о наилучших подходах к управлению малатами в процессе производства продолжают оставаться актуальными. Разработка эффективных методов контроля и оптимизации, основанных на современных биохимических исследованиях, может привести к созданию более качественного и выразительного вина, способного удовлетворить требования даже самых взыскательных гурманов.

Современные технологии, применяемые в виноделии, способствуют улучшению процессов производства и позволяют создавать вина с уникальными вкусовыми и ароматическими характеристиками. Научные исследования в этой области подтвердили роль биохимических процессов, таких как ферментация и экстракция, в формировании конечного продукта. Успех современных виноделов во многом зависит от применения инновационных методов, направленных на оптимизацию этих процессов.

Одним из подходов является использование специализированных дрожжей и бактерий, способствующих активному брожению. Эти микроорганизмы способны конкурировать с нежелательными бактериями и создать более сложные и насыщенные ароматы. Разработка новых штаммов дрожжей и их модификации открывают новые горизонты в производстве разнообразных вин, включая столовые и десертные сорта [8].

Современные технологические достижения также затрагивают процессы стабилизации, позволяющие обеспечить чистоту и прозрачность вина. Например, использование современных стабилизаторов, таких как полифенольные соединения из натуральных источников, минимизирует риск образования осадка и помутнения. Применение таких технологий улучшает органолептические свойства, а также увеличивает срок хранения продукции [9]. Наконец, стратегии минимизации окислительных процессов позволяют сохранить фруктовые ноты вина, что вредит процессу старения.

Далее, важно отметить, что концепция устойчивого виноделия становится все более актуальной. Применение агрономических практик, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду, привлекает внимание потребителей. Исследования показывают, что использование органических удобрений и снижение применения химикатов способствуют созданию вина высокого качества с одновременным сохранением экосистемы [10].

Технологии экстракции также не остаются в стороне. Современные

методы, такие как холодное мацерация и карбоническое брожение, позволяют извлекать максимальное количество ароматических соединений из винограда до начала основного процесса ферментации. Это дает возможность создавать более сложные по вкусу и аромату вина, обогащая их дополнительными слоями и глубиной [5].

Технические новшества имеют значительное влияние на создание новых сортов вин. Например, в последнее время наблюдается тренд на использование местных фруктов для производства уникальных фруктовых вин. Такие технологии требуют понимания биохимии различных фруктов и их компонентов, что влияет на выбор подходящих методов ферментации [11]. Активное использование новых ингредиентов в производстве предполагает внедрение инновационных технологий и их адаптацию под местные климатические условия и особенности почвы.

Развитие современных технологий виноделия требует постоянного научного анализа и адаптации внедряемых в процесс ингредиентов. Это включает в себя комплексный подход к исследованию химического состава различных сортов винограда, учет их особенностей и свойств, что немаловажно для формирования качественного конечного продукта [8]. Важным аспектом в этом контексте остаётся контроль и мониторинг всех этапов, начиная с выращивания винограда и заканчивая розливом готового вина.

Таким образом, применение современных технологий в виноделии отображает не только стремление к улучшению качества, но и адаптацию к изменяющимся условиям потребительского рынка. Инновации в производстве продолжают развиваться, что обусловлено дальнейшими исследованиями и научными открытиями в области биохимии и агрономии. Эти достижения обеспечивают виноделам инструменты для создания незабываемых вкусовых опытов и соответствуют требованиям современного потребителя на высококачественную продукцию.

Выводы:

1. Контроль малатов – ключевой фактор баланса кислотности и ароматики.
2. Современные технологии криоконцентрирование, холодная мацерация, а также новые дрожжевые штаммы позволяют гибко управлять уровнем малатов.
3. Органические технологии выращивания винограда (органические удобрения, снижение химикатов) сохраняют естественный метаболизм малатов в винограде и дальнейших процессах его брожения.

Список литературы

1. Влияние минеральных удобрений на Качество винограда... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-na-kachestvo-vinograda-i-vinomaterialov-sorta-shardone> , свободный. – Загл. с экрана

2. Иванченко Константин Вячеславович Влияние режимов приготовления виноматериалов для вина ординарного типа мадера // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2015. №3 (166). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rezhimov-prigotovleniya-vinomaterialov-dlya-vina-ordinarnogo-tipa-madera> (24.03.2025).

3. Гнетько Л.В., Удычак М.М., Коблева М.М., Сиюхова Б.Б. Исследование влияния условий брожения на содержание ароматообразующих веществ в молодых красных винах // Новые технологии. 2022. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-usloviy-brozheniya-na-soderzhanie-aromatoobrazuyuschih-veschestv-v-molodyh-krasnyh-vinah> (02.03.2025).

4. Харламова Л.Н., Дубинина Е.В., Трофимченко В.А., Ротару И.А., Чистова А.А. Влияние отдельных показателей физико-химического состава красных виноматериалов на процесс вторичного брожения // Пиво и напитки. 2020. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-otdelnyh-pokazateley-fiziko-himicheskogo-sostava-krasnyh-vinomaterialov-na-protsess-vtorichnogo-brozheniya> (14.12.2024).

5. Багиян Л.В. Новая технология производства столовых виноградных вин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2009. № 5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-tehnologiya-proizvodstva-stolovyh-vinogradnyh-vin> (23.12.2024).

6. Салманов М.М., Исригова Т.А. Минеральный состав винограда // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2004. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mineralnyy-sostav-vinograda> (24.03.2025).

7. Митракова С.И., Трошин Л.П., Радчевский П.П. Комплексно-устойчивые сорта-интродуценты винограда для производства натурального осветленного пастеризованного сока // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksno-ustoychivye-sorta-introdutsenty-vinograda-dlya-proizvodstva-naturalnogo-osvetlennogo-pasterizovannogo-soka> (24.03.2025).

8. Воронцов П.А., Воронцов С. А., Мезенова О.Я. Современные тенденции в совершенствовании производства вин в России и Калининградской области // Вестник молодежной науки. 2020. № 2 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-sovershenstvovanii-proizvodstva-vin-v-rossii-i-kaliningradskoy-oblasti> (23.12.2024).

9. Агеева Н.М. Современные способы стабилизации вин к помутнениям // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1995. №5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-stabilizatsii-vin-k-pomutneniyam> (04.01.2025).

10. Аблаев Р.Р., Абрамова Л.С., Аблаев А.Р. Современные тенденции

развития виноградарства и виноделия в агропромышленном комплексе Российской Федерации // International agricultural journal. 2023. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-razvitiya-vinogradarstva-i-vinodeliya-v-agropromyshlennom-komplekse-rossiyskoy-federatsii> (12.12.2024).

11. Цинцадзе О.Е., Архипова Н.А. современные тенденции при производстве фруктовых вин // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 9-1 (111). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-pri-proizvodstve-fruktovyh-vin> (04.01.2025).

ФЁДОРОВА Р.А., ВАСИЛЕНКО Э.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕМЯН ЧИА НА КАЧЕСТВО АДЫГЕЙСКОГО СЫРА ИЗ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
г. Санкт-Петербург
e-mail: ritaalex.fedorova@gmail.com*

FEDOROVA R.A., VASILENKO E.E.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHIA SEEDS ON THE QUALITY OF ADYGHE CHEESE MADE FROM COW'S AND GOAT'S MILK

*Saint Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg
e-mail: ritaalex.fedorova@gmail.com*

Аннотация: потребление сыра на душу населения в России составляет около 6,0-6,7 кг. С каждым годом это значение растет на 5 %. Адыгейский сыр является ценным продуктом для современного человека, часто не получающего ежедневную норму белка, витаминов, пробиотиков, необходимых для нормальной жизнедеятельности.

Ключевые слова: молоко, сыр, чиа, технология, продукт.

Abstract: cheese consumption per capita in Russia is about 6,0-6,7 kg. This value is increasing by 5 % every year. Adyghe cheese is a valuable product for a modern person, who often does not receive the daily allowance of protein, vitamins, and probiotics necessary for normal functioning.

Keywords: milk, cheese, chia, technology, product.

Адыгейский сыр – это мягкий сыр традиционной кавказской кухни, Он обладает тонким вкусом с легкой кислинкой и приятным ароматом, а также имеет мягкую текстуру с небольшими дырочками.

Актуальность темы исследования заключается в том, что с каждым годом растет число потребителей, которые ответственно подходят к выбору

своего рациона питания. Люди стремятся обогатить свой рацион натуральными продуктами и разнообразить свой рацион вкусными и полезными продуктами. Адыгейский сыр является источником кальция, железа, цинка, витаминов А, Е, группы В, молочного белка и пробиотиков, а также низкокалорийным продуктом. Доказано, что регулярное употребление сыра может снизить стресс и усталость, а также улучшить сон [1]. Преимущество адыгейского сыра в том, что он прост в производстве как в промышленных масштабах, так и в домашних условиях.

Молоко является ценным источником питательных веществ, необходимых для здоровья человека. В нем содержатся белки, жиры, углеводы, витамины (группы А, D, Е, К, В), минералы (кальций, фосфор, калий, магний), аминокислоты и другие полезные вещества.

Козье молоко является полезным продуктом для человека по следующим причинам:

- многообразие питательных веществ в большом количестве. Козье молоко содержит белки, липиды, углеводы, витамины (А, D, В₂, В₁₂, Е), минералы (кальций, фосфор, калий, магний) и микроэлементы. Эти вещества необходимы для нормального функционирования организма;
- легкая усвояемость. Козье молоко содержит меньше лактозы и казеина, поэтому оно легче усваивается организмом, особенно теми, кто не переносит белок коровьего молока лактозу;
- поддерживает здоровье кожи. Благодаря содержанию витаминов и минералов козье молоко помогает улучшить состояние кожи, делая ее более упругой и здоровой;
- сохраняет здоровья костей. Козье молоко богато кальцием, который необходим для здоровья костей и зубов;
- укрепляет иммунную систему. Благодаря содержанию витаминов и антиоксидантов, козье молоко способствует укреплению иммунной системы и защищает организм от инфекций и болезней.

Цель исследования. Сравнение органолептических и физико-химических показателей адыгейского сыра, приготовленного из коровьего и козьего молока.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования были молоко жирностью 3,5 % и козье молоко жирностью 3,5 % от разных производителей. Модельные образцы адыгейского сыра, приготовленного по технологии на коровьем молоке, и экспериментальные образцы адыгейского сыра, приготовленного из козьего молока. Одно из наиболее перспективных направлений в создании мягких сыров – добавление в сырье растительных ингредиентов. Во все опытные образцы добавлялись семена чиа в количестве 0,5 % к объему молока.

Методы исследования проводили с учетом современной методологии исследования с помощью стандартных методов органолептических и физико-химических анализов.

Результаты исследований и их обсуждение. Перед тем как выработать сыр, были проведены серии исследований физико-химических показателей молока – сырья [3], представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика физико-химических показателей коровьего, козьего молока [3]

Наименование показателей	Молоко коровье 3,5 %	Молоко козье 3,5%
Массовая доля сухих веществ, %	11,7	13,8
СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток), %	9,0	10,2
Липиды, г	3,6	3,8
Белки, г	2,75	3,0
Лактоза, г/л	4,3	5,3
Калорийность, ккал/г	62	69

При сравнении показателей молока, данных в таблице 1, можно сделать вывод, что козье молоко отличается более высоким содержанием СОМО, сухого вещества, лактозы, белка и жира, по сравнению с коровьим, поэтому козье молоко более калорийное.

Органолептические показатели адыгейского сыра были оценены по 5-бальной шкале и представлены на рис. 1 [4].



Рисунок 1 – Профилограмма органолептических показателей

Профилограмма показывает, что сыр из коровьего молока по таким органолептическим показателям как вкус, запах и консистенция превосходит адыгейский сыр из козьего молока, как более привычного для потребителя. По внешнему виду и цвету модельные образцы не отличались друг от друга и соответствовали стандарту.

Выводы. На основе полученных результатов исследований можно сделать заключение, что по своим физико-химическим показателям сыр, выработанный из козьего молока, оказался лучше сыра, выработанного из коровьего молока по таким позициям, как калорийность на 7 %. Содержание

сухих веществ в образцах из козьего молока было на 8 % выше, по сравнению с образцами изготовленных из коровьего молока.

Поэтому можно увеличивать выпуск сыра из козьего молока, так как оно имеет более высокие физико-химические показатели, более полезно и это расширит ассортимент молочных продуктов.

Список литературы

1. Ерохин, А.И. Продукция овец и коз: мясо, молоко и молочные продукты / А.С. Шуварики, С.А. Ерохин, О.Н. Пастух // И.: ООО «Мегапринт», 2018. – 414 с.

2. Степанова, Н.Ю. Основы технологии переработки сельскохозяйственной продукции / учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Часть 2. – СПб, – 2024. – 86 с.

3. Фёдорова, Р.А. Пищевая химия. Лабораторный практикум // Учебно-методическое пособие – СПб: Университет ИТМО. – 2015. – 60 с.

4. Фёдорова, Р.А. Изучение химического состава и острой токсичности отваров дикорастущих трав как рецептурного компонента напитков безалкогольных/ Т.В. Котова, А.С. Вальнюкова, К.А. Худынцев, Ю.С. Федорова, О.Ю. Тихонова // Индустрия питания. – 2022. – Т. 7. – № 2. – С. 5-14.

5. Шуварики, А.С., Оценка качества молока различных видов сельскохозяйственных животных / А.С. Шуварики, О.Н. Пастух / Материалы VII международной научно-практической конференции. н.-и. ц. «Академический». – 2016 – С. 100-102.

ФЁДОРОВА Р.А., АНАНЬЕВА А.В.
**РАЗРАБОТКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА**

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
г. Санкт-Петербург
e-mail: ritaalex-fedorova@gmail.com*

FEDOROVA R.A., ANANYEVA A.V.
DEVELOPMENT OF PASTA WITH HIGH PROTEIN CONTENT

*Saint Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg
e-mail: ritaalex-fedorova@gmail.com*

Аннотация: В рационе современного человека наблюдается недостаток важных нутриентов. Так, выпуск продуктов с повышенным содержанием белка почти в три раза меньше оптимального количества. В последние годы население стало меньше потреблять белок. Поэтому разработка концепции «функционального питания» является актуальным решением проблемы нерационального питания населения.

Ключевые слова: изолят, белок, рецептура, тесто, макароны.

Abstract: There is a lack of important nutrients in the modern human diet. Thus, the production of products with a high protein content is almost three times less than the optimal amount. In recent years, the population has started to consume less protein. Therefore, the development of the concept of «functional nutrition» is an urgent solution to the problem of poor nutrition of the population.

Keywords: isolate, protein, recipe, dough, pasta.

Человеческий организм не может запастись белком, поэтому необходимо его постоянно получать через пищевые продукты. В связи с этим возникает проблема обогащения белком часто употребляемых продуктов, к каковым относятся макаронные изделия.

Для обогащения макаронных изделий белком был выбран изолят сывороточного белка, так как изоляты представляют наиболее очищенные формы белков и позволяют в максимальной степени повысить содержание белка в продукте [1].

Впервые путем проведения исследований была разработана оптимальная рецептура макаронных изделий с добавлением изолята сывороточного белка.

Цель данного исследования. Разработать рецептуру макаронных изделий с повышенным содержанием белка.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- подобрать оптимальную концентрацию дозировки изолята сывороточного белка для внесения в макаронные изделия;

- изучить влияние изолята сывороточного белка на органолептические и физико-химические показатели макаронных изделий.

Материалы и методы исследования. Для получения макаронных изделий с повышенным содержанием белка использовали изолят сывороточного белка.

Изолят сывороточного белка вносили в макаронное тесто в количестве от 10 %, 15 %, 20 % к массе муки. Объектами исследования являлись 3 образца обогащенных макаронных изделий и контрольный образец. Рецепт макаронных изделий представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Разработка рецептуры макаронных изделий

Сырье	Контроль	Образец 1 10 %	Образец 2 15 %	Образец 3 20 %
Мука макаронная Дурум, г	1000	900	850	800
Изолят сывороточного белка, г	–	100	150	200
Вода, г	По расчету			

Макаронное тесто готовили смешиванием макаронной муки из твердых сортов пшеницы сорта Дурум, воды и изолята сывороточного белка. Замес опытных образцов осуществляли с использованием теплой воды температурой 40 °С до влажности теста 30-32 %. Формирование опытных образцов осуществляли на лапшерезке. Сушку отформованных макаронных изделий проводили при температуре 30 °С.

Было изучено влияние добавки изолята сывороточного белка на свойства полуфабриката и готового изделия.

В качестве объектов изучения были выбраны: мука из твердой пшеницы для макаронных изделий, изолят сывороточного белка; полуфабрикаты – тесто, макаронные изделия, подвергшиеся сушке; готовые изделия – готовые макаронные изделия. Контроль качества велся в соответствии с действующими стандартами.

Результаты исследований и их обсуждение. При оценке органолептических показателей определяли внешний вид, состояние варочной воды, сохранность формы, вкус и увеличение объема после варки изделий по пятибальной шкале. Результаты исследований представлены на рисунках 1, 2.

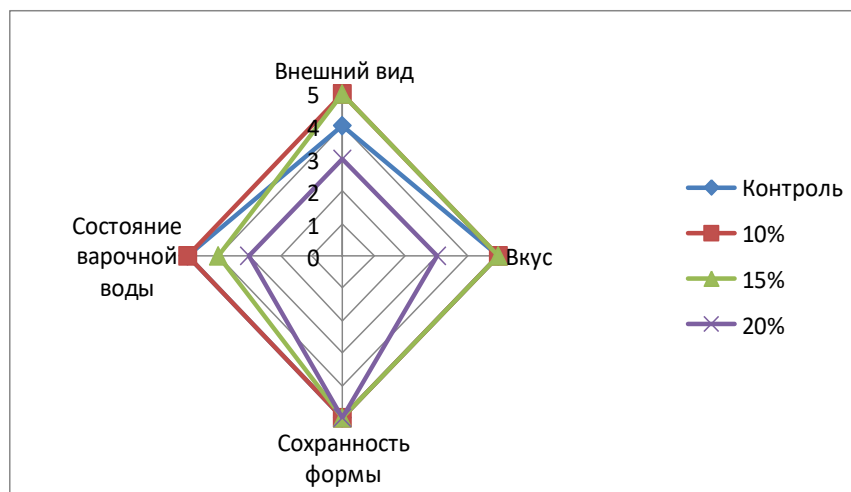


Рисунок 1 – Органолептическая оценка сваренных макаронных изделий

Профилограмма показывает, что модельный образец 1, в который добавляли 10% изолята лучше по внешнему виду, имеет соответствующий вкус и хорошо сохраняется форма макарон после варки. По всем показателям образец 1 соответствует контрольному образцу.

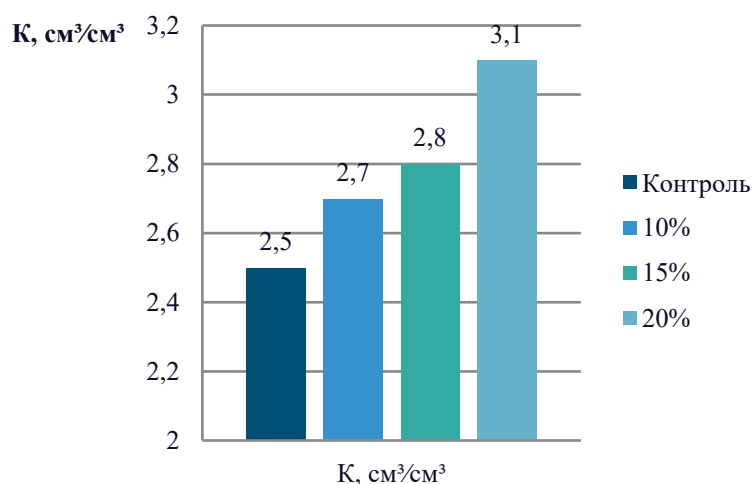


Рисунок 2 – Увеличение объема макаронных изделий после варки

Установлено, что увеличение количества изолята сывороточного белка в тестируемых образцах макарон влияет положительно на развариваемость макаронных изделий, но при этом в образцах с 15 % и 20 % изолята сывороточного белка в воде после варки появился осадок, и наблюдалось помутнение воды.

При определении влажности готовых макаронных изделий было выявлено, что при добавлении изолята сывороточного белка до 15 % происходит увеличение влажности, при внесении 20 % идет снижение влажности до значения контрольного образца (рис. 3).

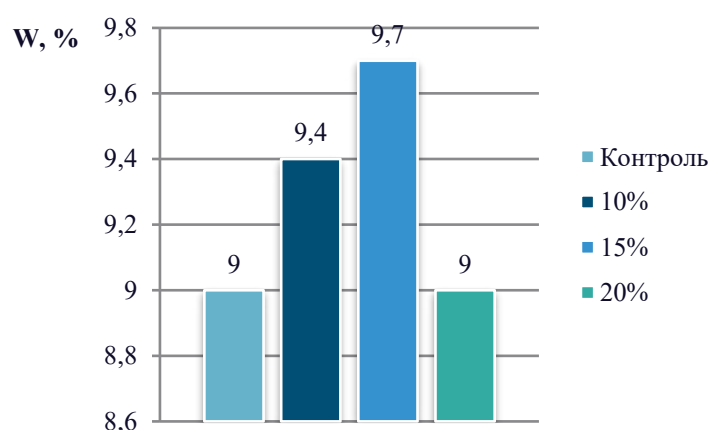


Рисунок 3 – Массовая доля влаги (W, %) контрольного и опытных образцов с добавлением 10, 15, 20 % изолята сывороточного белка, подвергшихся сушке

Снижение влажности макаронных изделий при добавлении белка может быть обусловлено тем, что белки обладают большей водопоглотительной способностью, чем пшеничная мука. В результате набухания белков клейковины может не хватать влаги, и негидратированные клейковинные белки вымываются [2].

При внесении изолята сывороточного белка в тесто происходит увеличение титруемой кислотности макаронных изделий, подвергшихся сушке (рис. 4).

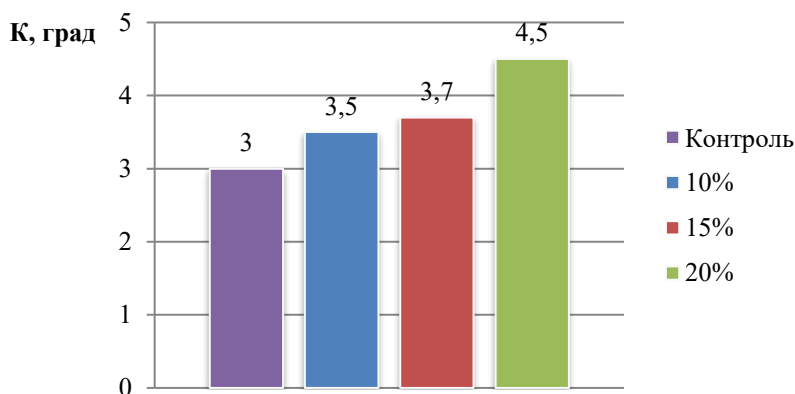


Рисунок 4 – Титруемая кислотность (K, град) макаронных изделий

Увеличение титруемой кислотности макаронных изделий при добавлении белка может происходить из-за образования органических кислот (молочной, уксусной, пропионовой и других) в результате сбраживания углеводов аминокислотами, которые возникают при ферментативном распаде белков [3].

Выводы. Разработана рецептура макаронных изделий, где сокращается количество муки Дурум на соответствующее количество добавки изолята белка. Это выгодно с экономической стороны.

Выявлено, что по органолептическим и физико-химическим показателям наиболее благоприятным оказался образец с 10 % изолята сывороточного белка.

По органолептическим показателям образец с 10 % имел слабый гармоничный молочный вкус; с 15 % – выраженный, умеренный вкус; 20 % – имел сильный молочный вкус и запах.

При внесении изолята сывороточного белка в макаронное тесто в количестве 10 %, 15 %, 20 % содержание белка увеличилось соответственно на 7,5 %, 11,25 %, 15 %, по сравнению с контролем. Установлено расчетным путем. Таким образом, макаронные изделия можно рекомендовать экспедициям, работающим в Арктике.

Список литературы

1. Харенко, Е.Н. Технология продуктов спортивного питания / Е.Н. Харенко, С.Б. Юдина, Н.Н. Яричевская. – 3-е изд., стер. СПб: Лань, – 2023. – 41 с.
2. Осипова, Г.А., Корячкина С.Я. Использование белковых изоляторов в производстве макаронных изделий // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 7. – С. 93-95
3. Фёдорова, Р.А., Головинская О.В. / Технология и организация производства продуктов переработки зерна, хлебобулочных и макаронных изделий – Учеб-метод. пособие. – СПб: Университет ИТМО. – 2015. – 81 с.

¹ШКИЛЬ В.Д., ^{1,2}РОЖДЕСТВЕНСКАЯ Л.Н.
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКУРЕНТНОГО РЕЙТИНГА И ПРОВЕДЕНИЕ
ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФРУКТОВЫХ ЛИСТОВЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ**

¹*Новосибирский государственный технический университет»,*

г. Новосибирск

²*«НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

¹SHKIL V.D., ^{1,2}ROZHDESTVENSKAYA L.N.
**DETERMINATION OF COMPETITIVE RATING AND CONDUCTING
TECHNICAL ANALYSIS OF FRUIT SHEET
SEMI-FINISHED PRODUCTS**

¹*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

²*Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk*

Аннотация: В статье осуществляется оценка конкурентоспособности и рыночного потенциала разрабатываемых фруктовых листовых полуфабрикатов. Проведен сравнительный анализ с аналогами, с позиций соответствия требованиям здорового питания. Рассмотрены как физико-химические и органолептические показатели, так и показатели, характеризующие пищевую ценность и плотность, соответствие назначению и рыночным трендам.

Ключевые слова: фруктовый полуфабрикат, здоровое питание, листовой полуфабрикат

Abstract: The article examines the analysis of sugar-free fruit leaf semi-finished products, which represent a unique category of products that is actively finding its place in the healthy food market. These semi-finished products are made from natural fruit leaves, which retain most of the nutrients, vitamins and minerals contained in fresh fruits.

Keywords: low-calorie product, natural composition, eco-friendliness, antioxidants, healthy lifestyle product.

Введение. Согласно исследованиям, более 70 % потребителей в последние годы стремятся сократить потребление добавленного сахара. Это создает огромный потенциал для продукции, которая предлагает натуральные альтернативы. Фруктовые листовые полуфабрикаты без сахара могут содержать до 50 % меньше калорий по сравнению с традиционными сладкими закусками, что позволяет снизить их калорийность до 30-50 кКал/100 г вместо 200.

Закладываемое в разрабатываемый листовой фруктовый полуфабрикат технологическое решение предполагает щадящую температурную обработку, что позволяет максимально сохранить богатый спектр содержащихся природных полезных веществ: антиоксидантов,

(борьба с окислительным стрессом); флавоноидов (поддержка сердечно-сосудистой системы; витамины и минеральные вещества. Продукт лишен характерных для многих современных продуктов питания проблем – избытка соли, скрытых жиров, транс-жиров и искусственных добавок.

Цель работы: обосновать перспективность фруктовых листовых полуфабрикатов как инновационного продукта для здорового питания через комплексный анализ их пищевой ценности, безопасности и функциональных преимуществ в сравнении с товарами-аналогами.

Результаты и их обсуждение. В соответствии с ГОСТ 6441-2014 были определены примерные показатели качества с учетом того, что разрабатываемая продукция отличается от характеристик для изделий по ГОСТу [1]. По органолептическим и физико-химическим показателям продукция должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели

Наименование показателя	Характеристика показателя	
Органолептические показатели		
Внешний вид	Поверхность должна быть гладкой и однородной, без видимых повреждений, трещин или пузырей Не допускаются увядшие участки, которые свидетельствуют о порче продукта	
Консистенция	Мягкая и нежная	
Цвет	Яркие, насыщенные цвета, характерные для свежих фруктов	
Структура	Равномерная	
Вкус и запах	Свойственный данному виду с учетом вкусовых добавок, без постороннего привкуса и запаха	
Физико-химические показатели		
Плотность, г/см ³ , не более	0,9	
Массовая доля влаги, %, не более	25	

На основе данных показателей качества, необходимо определить технические требования с учетом потребительских требований.

В таблице 2 представлены требования к фруктовым листовым полуфабрикатам на основании комбинаций нормативных документов, рыночных исследований и технологических стандартов, актуальных для пищевой продукции. Требования к безопасности регламентированы Техническим регламентом ТР ТС 021/2011, физико-химические параметры соответствуют стандартам для сублимированных фруктов (ГОСТ 32896-2014) и рекомендациям по низкотемпературной дегидратации [2].

Таблица 2 – Требования к фруктовым листовым полуфабрикатам

Требования потребителя	Технические требования
Вкус	Отсутствие горького, кислого (помимо естественной кислотности фруктов) или прогорклого привкуса
Запах	Отсутствие посторонних запахов (плесень, окисление, химические примеси).
Состояние поверхности	Отсутствие видимых повреждений (трещины, сколы, расслоение) Недопустимость липкости или маслянистого налета (признак окисления или неправильной сушки) Гладкость/шероховатость в пределах нормы для данного вида полуфабриката
Внешний вид	Цвет соответствует виду фрукта (без потемнений, белесых пятен)
Целостность	Доля ломаных фрагментов – не более 5 % (по весу)
Натуральность	Содержание сахара – только естественное (по данным биохимического анализа).
Цена	Оптимизация производственных процессов (сушка, упаковка) для снижения себестоимости. 250-300 р. за 100 г
Полезность	Минимизация термообработки (сушка при $t \leq 60^{\circ}\text{C}$ для сохранения витаминов)
Длительный срок годности	Срок годности – не менее 30 суток (при соблюдении условий).
Сохраняемость	Условия хранения: $t = +5...+20^{\circ}\text{C}$, влажность $\leq 65\%$.

Для анализа конкурентного рейтинга были выбраны следующие продукты товаров-заменителей, которые работают на ту же потребность, но не являются полным аналогом фруктовых листьев (таблица 3):

1. Листья нори (GFC маркетплейс для HoReCa) [4].
2. Рисовая бумага (GFC маркетплейс для HoReCa) [4].

Таблица 3 – Анализ товаров-заменителей

Критерий	Фруктовые листья	Рисовая бумага	Листья нори
Пищевая ценность и соответствие требованиям здорового питания			
Содержание белка (на 100г)	2-3г (низкое содержание белка, основной упор на клетчатку и витамины)	5,8г (растительный белок с низкой биодоступностью)	5,8г (легкоусвояемый белок, богат аминокислотами и железом)
Содержание солей/сахаров	Только природные сахара фруктов	Отсутствует	48мг/0,5г (натуральный)
Содержание жиров/транс-жиров	0-0,1г/ отсутствие жиров за счет дегидратации	0,3г /минимальное содержание транс-жиров	0,28г / Источник омега-3
Отнесение к одной из групп (фрукты, овощи, бобовые, орехи, семена)	Фрукты	Зерновые (рисовая мука)	Листовые овощи (водоросли)
Витамины	А (бета-каротин), С (аскорбиновая кислота), К (филлохинон) –	Следовые количества В1, В3 – теряются при	В12, А, С, Е

Критерий	Фруктовые листья	Рисовая бумага	Листья нори
	сохраняются при падающей сушке	обработке риса	
Микронутриенты	Кальций, железо, магний	Железо (0,4мг), кальций (10 мг) – незначительные дозы	Йод (1500-2500 мкг/100г) железо (11мг), Цинк, Селен
Биологические активные вещества	Флавоноиды (кверцетин, рутин) Полифенолы - антиоксиданты	Отсутствуют	Омега-3, Порфираны
Основные характеристики назначения и конкурентоспособности			
Состав	Наиболее натуральные: фруктовое пюре с пектином/агаром. Может содержать лимонную кислоту.	Часто содержит стабилизаторы (E415, E466). Наименее натуральный вариант.	Натуральные водоросли, но в дешевых вариантах может быть глутамат натрия.
Практичность	Хрупкие, требуют 5-10 минут для регидратации. Самый долгий срок хранения - до 18 месяцев.	Быстро готовится (10-15 сек), но легко рвется. Небольшой срок хранения - 3-6 месяцев.	Готовы к употреблению, не крошатся. Срок хранения 6-12 месяцев.
Цена	250-300	500-700	800-1000
Применение	Десерты, здоровые снеки	Роллы, спринг-роллы	Суши, закуски

На основании описательной части в таблице 4 было произведено ранжирование экспертами соответствия идеальному состоянию данных продуктов по 10-ти бальной шкале и представлено на профилограмме (рисунок 1).

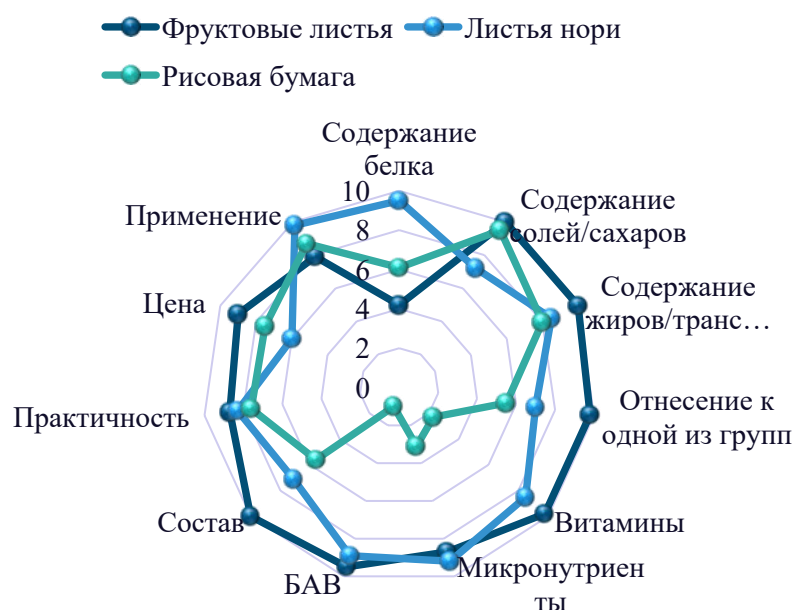


Рисунок 1 – Анализ товаров-заменителей

Выводы. Фруктовые листовые полуфабрикаты представляют собой инновационный продукт, который сочетает в себе максимальную натуральность, высокую пищевую ценность и соответствие трендам здорового питания. Анализ товаров-заменителей позволяет говорить, что по критериям нутриентной плотности, безопасности состава качеству и функциональности разрабатываемые фруктовые листовые полуфабрикаты конкурентоспособны и обладают значительными рыночными перспективами.

Нутриентная плотность продукта обеспечивается за счёт относительно высокого содержания антиоксидантов (флавоноиды, полифенолы), витаминов А, С, К и минеральных веществ (кальций, железо, магний) при низкой калорийности (30-40 ккал на 100 г). При этом продукт содержит не менее 5 % клетчатки, обеспечивающий длительное насыщение и улучшение пищеварения, и всего, что отвечает запросам потребителей – приверженцев низкокалорийных диет.

Состав фруктовых листовых полуфабрикатов выгодно отличает их с позиций соответствия требованиям здорового питания от товаров-аналогов: в них полностью отсутствуют добавленный сахар, соль, транс-жиры и искусственные добавки, а минимальное содержание жиров (0-0,1 г/100 г) позволяет включать их даже в строгие рационы.

Список литературы

1. ГОСТ 6441-2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. Введ. 01.01.2016.: Изд-во Стандартиформ, 2015.
2. ГОСТ 3289602014 Фрукты сушеные. Общие технические условия. Введ. 01.01.2016. Изд-во Стандартиформ, 2019.
3. ГОСТ Р 54762-2011 Продукты пищевые. Методы оценки качества. Введ. 30.12.2011.: Изд-во Стандартиформ, 2012.
4. GFC маркетплейс для HoReCa [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gfc-russia.ru/>
5. Сабетова, Т.В. Изучение и оценка конкурентоспособности продовольственных товаров / Т.В. Сабетова, Т.В. Шевалдова // Биотика. – 2017. – № 4(17). – С. 12-15.

^{1,2}ЮН И.Р., ^{2,3}КОКШАРОВА А.Р., ^{1,2}ГОРИНА Е.А., ¹БАБЕНКО А.Ю.,
^{2,4}ГАЛИМОВА А.Р., ²ЗЕЛИКИНА Д.В., ²МАРТИРОСОВА Е.И.,
²СЕМЕНОВА М.Г.

ГИДРОГЕЛЕВЫЕ ЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОМЕТАКСИЛИРОВАННОГО ПЕКТИНА ДЛЯ ДОСТАВКИ НУТРИЦЕВТИКОВ

¹*Российский химико-технологический университет имени
 Д.И. Менделеева, г. Москва*

²*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва*

³*ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва*

⁴*«ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва
 e-mail: irina.yun2003@yandex.ru*

^{1,2}IUN I.R., ^{2,3}KOKSHAROVA A.R., ^{1,2}GORINA E.A., ¹BABENKO A.Yu.,
 GALIMOVA A.R. ^{2,4}, ²ZELIKINA D.V., ²MARTIROSOVA E.I.,
²SEMEANOVA M.G.

HIGH-METHOXYLATED PECTIN-BASED HYDROGEL PARTICLES FOR NUTRACEUTICAL DELIVERY

¹*Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow*

²*Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS, Moscow*

³*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian
 Biotechnological University, Moscow*

⁴*V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow
 e-mail: irina.yun2003@yandex.ru*

Аннотация: В представленной работе показано, что гидрогелевые частицы на основе высокометоксилированного пектина и Ca^{2+} демонстрирует высокую инкапсулирующую способность (94 ± 5 %) по отношению к липосомальной форме нутрицевтиков (полиненасыщенные жирные кислоты рыбьего жира, β -каротин, эфирное масло гвоздики), обеспечивая липидам повышенную стабильность к окислению на свету при комнатной температуре в течение как минимум 16 суток хранения.

Ключевые слова: высокометоксилированный пектин, гидрогели, липосомы, фосфатидилхолин, β -каротин, нутрицевтики.

Abstract: The present study demonstrates that hydrogel particles based on high-methoxylated pectin and Ca^{2+} exhibit a high encapsulating ability (94 ± 5 %) with respect to liposomal form of nutraceuticals (polyunsaturated fatty acids of fish oil, β -carotene, essential oil of cloves). This provides lipids with increased stability against oxidation when exposed to light at room temperature for a minimum of 16 days of storage.

Keywords: high-methoxylated pectin, hydrogels, liposomes, phosphatidylcholine, β -carotene, nutraceuticals.

Дефицит незаменимых нутрицевтиков в питании человека может стать причиной развития хронических неинфекционных заболеваний [3]. Оптимальным способом восполнения их нехватки в организме может быть введение в рацион продуктов, обогащенных такими нутрицевтиками. Однако гидрофобная природа многих из них и склонность к деградации и окислению ограничивает их применение. Липосомы на основе фосфатидилхолина (ФХ) считаются перспективной системой доставки нутрицевтиков, благодаря их структурной универсальности, нетоксичности, неиммуногенности, биосовместимости и биоразлагаемости [2].

Покрытие липосомальных форм пектином, способным к иотропному гелеобразованию повышает стабильность, биодоступность и биоусвоение нутрицевтиков в желудочно-кишечном тракте человека [5]. Помимо этого, пектиновые гидрогели отличаются доступной стоимостью, высокой биосовместимостью, отсутствием токсичности, контролируемым высвобождением биологически активных веществ, пребиотическими свойствами и способностью оказывать противоопухолевое действие [4].

Целью исследования была оценка возможности использования гидрогелевых частиц, сформированных иотропным гелеобразованием высокометоксилированного пектина в присутствии ионов кальция, в качестве основы для создания системы доставки липосом ФХ, нагруженных такими нутрицевтиками, как длинноцепочечные омега-3 ПНЖК из рыбьего жира, β -каротином и эфирным маслом гвоздики.

Материалы и методы исследования.

Соевый фосфатидилхолин (ФХ) «Lipoid S100» («Lipoid GmbH», Германия); рыбий жир (РЖ) «Концентрат ω -3 «Омега-3 дети» («Рускапс», Россия); высокометоксилированный цитрусовый пектин «Citrus Colloids Ltd.» (Hereford, Великобритания), степень метоксилирования 75 %; эфирное масло гвоздики (ЭМГ), полученное из бутонов гвоздичного дерева *Eugenia caryophyllata* («Plant Lipids Ltd.», Индия); β -каротин (C9750, «Sigma-Aldrich Sweden AB», Швеция), чистота $\geq 93\%$ (УФ).

Растворы липосом (ФХ-РЖ- β -каротин-ЭМГ), пектина и комплекса пектин-[ФХ-РЖ- β -каротин-ЭМГ] готовили как описано в работе [5].

Приготовление гидрогелевых частиц. Комплекс пектин-[ФХ-РЖ- β -каротин-ЭМГ] по каплям добавляли в раствор CaCl_2 различной концентрации (0.01-112 мМ) с помощью насоса (IPC-N 8 Pump, ISMATEC, Швейцария), при постоянной скорости подачи образца комплекса (0.125 мл/мин) через шланг с диаметром 0.19 мм. Образцы гидрогелевых частиц выдерживали 24 ч при 4 °С.

Для определения количества липосом инкапсулированных в гидрогелевые частицы проводили осаждение гидрогелевых частиц с помощью центрифугирования при 8000 g, 5 °С, в течение 2 часов (Awel MF48-R, Domel, Словения). Для дальнейшего анализа гидрогелевые частицы диспергировали в ацетатном буфере (I = 0.01M, pH = 7.0) на Vortex

V-1 plus (Biosan, Латвия) (5 мин, 3000 об/мин), 30 мин на У/З бане (Ultrasonic cleaner, Cole-Parmer, США), 2 цикла, с последующей механической гомогенизацией 10000 об/мин, 30 сек (Silent Crusher M, Heidolph, Германия). Для последующих измерений (кроме определения ζ -потенциала и размеров) к образцам добавляли цитрат натрия (4% вес/объем), в качестве хелатирующего агента для ионов Ca^{2+} , способного разрушить связи между Ca^{2+} и карбоксильными группами галактуроновой кислоты в пектине. Полученные суспензии перемешивали на Vortex (30 сек, 1500 об/мин).

Определение количества липосом; анализ продуктов окисления липидов, определение дзета-потенциала и размера (гидродинамического радиуса, R_h) гидрогелевых частиц проводили как описано в работе [5].

Концентрацию пектина оценивали фенол-сернокислотным методом.

Оценку *влагоудерживающей способности геля* (ВУС, %) проводили путем центрифугирования 1 г гидрогелевых частиц при 10000 g, 4° С, 15 минут и определяли по формуле:

$$\text{ВУС} = \frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} \cdot 100 \quad ,$$

где W_1 – вес ц/ф пробирок с гидрогелевыми частицами до центрифугирования, г;

W_2 – вес ц/ф пробирок с гидрогелевыми частицами после центрифугирования и удаления супернатанта, г;

W_3 – вес пустой пробирки, г.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании ранее проведенных исследований, было установлено, что высокометоксилированный пектин был способен обеспечить лишь низкую степень инкапсулирования липосом, достигающую 23 ± 5 % [1].

Рис.1 свидетельствует, что при формировании гидрогелевых частиц комплекса пектин-[ФХ-РЖ- β -каротин-ЭМГ] с ионами кальция (от 0.01 до 28 мМ) степень инкапсулирования липосом может быть эффективно увеличена. А именно, достигая 90 ± 6 %, при концентрации ионов Ca^{2+} в системе, равной 1 мМ. Дальнейшее увеличение содержания кальция вплоть до 28 мМ приводило лишь к незначительному росту степени инкапсулирования липосом (93 ± 5 %).

При этом, в данном диапазоне концентраций ионов кальция (1-28 мМ) весовое соотношение CaCl_2 : пектин изменялось от 0.4 : 1 до 10 : 1, соответственно. Ориентируясь на эти весовые соотношения CaCl_2 : пектин, для более высокой концентрации пектина, используемой в дальнейшей характеристике гидрогелевых частиц, рабочие концентрации CaCl_2 составили 4 мМ и 112 мМ, соответственно.

В растворе с высокой концентрацией Ca^{2+} (112 мМ) сформированная фаза гидрогелевых частиц очевидно обладала большей плотностью, чем при 4 мМ Ca^{2+} , что выражалось в разнице объемов фаз гидрогелевых частиц, полученных при одинаковой весовой концентрации комплекса пектин-[ФХ-

РЖ-β-каротин-ЭМГ] (рис. 1, фото). Это вероятно было обусловлено большей степенью сшивки комплекса ионами кальция.

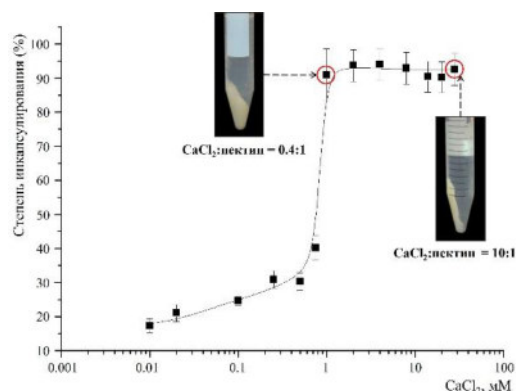


Рисунок 1 – Оценка уровня инкапсулирования липосом в составе комплекса пектин-[ФХ-РЖ-β-каротин-ЭМГ] в среде ацетатного буфера, pH = 7.0, I = 0.01M, содержащей Ca²⁺, 25°C

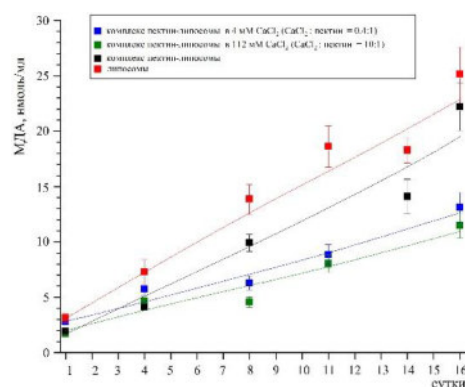


Рисунок 2 – Защита липосом [ФХ-РЖ-β-каротин-ЭМГ] в комплексе с пектином от окисления кислородом воздуха в присутствии и в отсутствии Ca²⁺ (ацетатный буфер, pH = 7.0, I = 0.01M, 25°C)

В среде 4 мМ CaCl₂, доля пектина в гидрогелевых частицах составила 83±7 % и 16.9±1.3 % в супернатанте. В среде 112 мМ CaCl₂ доля пектина в составе гидрогелевых частиц незначительно выросла до 87±5 % при 13±1 % в супернатанте. Также был проведен анализ распределения в водной среде и в гидрогелевых частицах, не вошедших в отсутствие ионов кальция в комплекс пектин-[ФХ-РЖ-β-каротин-ЭМГ], липосом (77±5 %). Так в среде 4 мМ CaCl₂ в фазе гидрогелевых частиц обнаружено 91±22% таких липосом, а в супернатанте – 9±2 %. В случае 112 мМ CaCl₂ – только 56±18 % изначально свободных липосом оказалось в составе фазы гидрогелевых частиц и 44±9 % было обнаружено в супернатанте. По-видимому, значительное содержание липосом в супернатанте в среде с высокой концентрацией CaCl₂ (112 мМ) связано с интенсивным формированием в ней близких к наноразмерам частиц комплекса пектин-липосомы с Ca²⁺, образованного низкомолекулярной фракцией пектина, не участвующей в формировании гидрогелевых частиц. Это коррелирует с обнаруженными в образце частицами размером (R_h) - 558±76 нм, в то время как гидрогелевые частицы демонстрировали размер 3670±320 нм.

Было установлено, что водоудерживающая способность гидрогелевых частиц в среде 4 мМ CaCl₂ составила 86.5±1.8 %, а в случае 112 мМ – 77±4 %.

ζ-потенциал гидрогелевых частиц в среде 4 мМ CaCl₂ был равен – 15.3±0.9 мВ, что было вдвое меньше, чем ζ-потенциал комплекса пектин-[ФХ-РЖ-β-каротин-ЭМГ] (-35±3 мВ). Это свидетельствует о частичной нейтрализации ионами кальция отрицательного заряда карбоксильных

групп галактуроновой кислоты в молекулах пектина, преимущественно формирующих поверхность комплекса (ζ -потенциал пектина – 41.0 ± 0.6 мВ, липосом – 9.6 ± 1.4 мВ). Гидрогелевые частицы, образованные в среде 112 мМ CaCl_2 демонстрировали нулевой ζ -потенциал, что говорит о полной нейтрализации заряда пектина ионами Ca^{2+} .

Также было показано, что супрамолекулярные комплексы в составе гидрогелевых частиц при различных концентрациях CaCl_2 демонстрируют близкую и более чем двукратную защиту липидов от окисления кислородом воздуха, о чем свидетельствует анализ вторичных продуктов окисления ПНЖК, малонового диальдегида (МДА) (рис. 2).

Вывод. Формирование гидрогелевых частиц высокометоксилированного пектина с Ca^{2+} обеспечивает высокую степень инкапсулирования липосом [ФХ-РЖ- β -каротин-ЭМГ] и повышает их защиту от окислительного стресса. Предполагается, что для достижения наилучших результатов требуется тщательный подбор концентраций Ca^{2+} , отвечающих формированию гидрогелей с оптимальными параметрами.

Список литературы

1. Юн И.Р., Панова Ю.А., Горина Е.А., Кокшарова А.Р., Галимова А.Р. Структурные и термодинамические параметры супрамолекулярного комплекса высокометоксилированного пектина с липосомами фосфатидилхолина, обогащенными нутрицевтиками // Биохимическая физика: труды XXIV Ежегодной молодежной конференции с международным участием ИБХФ РАН-ВУЗы. Москва, 2024. С. 367-371.
2. Guimarães D., Cavaco-Paulo A., Nogueira E. Design of liposomes as drug delivery system for therapeutic applications // International journal of pharmaceutics. 2021. Т. 601. С. 120571.
3. Hermawati L. et al. The role of balanced nutrition knowledge in influencing nutritional status and health risks: A literature review // International Journal of Medicine and Public Health. 2025. Т. 2. № 1. С. 1-14.
4. Kapoor D. U. et al. Pectin hydrogels for controlled drug release: Recent developments and future prospects // Saudi Pharmaceutical Journal. 2024. С. 102002.
5. Klemetsrud T., Jonassen H., Hiorth M., Kjoniksen A.-L., Smistad G. Studies on pectin-coated liposomes and their interaction with mucin // Colloids Surf. B. 2013. Т. 103. С. 158-165.

СЕКЦИЯ 2
МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И
БИОФАРМАЦЕВТИКА

АКБАЕВ Р.М., ФИЛКОВ П.В.
**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНСЕКТОАКАРИЦИДНОГО СПРЕЯ (АДВ ПЕРМЕТРИН) ИЗ
ГРУППЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИРЕТРОИДОВ В
ОТНОШЕНИИ ВОЛОСОВИКОВ СОБАК (INSECTA:
PHTHIRAPTERA: TRICHOECTIDAE) В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

*Московская государственная академия ветеринарной медицины и
биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва
e-mail: acbay@yandex.ru*

AKBAYEV R.M., FILKOV P.V.
**RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES TO DETERMINE THE
EFFECTIVENESS OF INSECTOACARIDAL SPRAY (ADV
PERMETHRIN) FROM THE GROUP OF SYNTHETIC
PYRETHROIDS AGAINST DOG LICKERS (INSRCTA:
PHTHIRAPTERA: TRICHOECTIDAE) IN VITRO**

*Moscow State Academy veterinary medicine and biotechnology – MBA
named after K.I. Skryabin, Moscow
e-mail: acbay@yandex.ru*

Аннотация: в представленной публикации приведены результаты экспериментальных исследований по определению эффективности инсектоакарицидного спрея из группы синтетических пиретроидов в отношении волосовиков собак *Trichodectes canis* в условиях *in vitro*. В результате проведенных исследований выяснили, что данное средство обладает 100% эффективностью в отношении эктопаразитов указанного вида.

Ключевые слова: эктопаразиты, *Trichodectes canis*, синтетический пиретроид, перметрин, *in vitro*, спрей.

Abstract: the presented publication presents the results of experimental studies to determine the effectiveness of an insectoacaricidal spray from the group of synthetic pyrethroids against dog hairworms *Trichodectes canis in vitro*. As a result of the studies, it was found that this product has 100% effectiveness against ectoparasites of this species.

Keywords: ectoparasites, *Trichodectes canis*, synthetic pyrethroid, permethrin, *in vitro*, spray.

На теле домашних плотоядных животных, таких как собаки и кошки, паразитируют различные виды эктопаразитов - клещей и насекомых, являющихся причиной возникновения таких болезней как акарозы и энтомозы [2]. К наиболее распространенным энтомозным болезням псовых относятся фтираптерозы.

Фтираптеры (отряд Phthiraptera, устаревшее Mallophaga) – мелкие, бескрылые насекомые, являющиеся постоянными (стационарными) паразитами животных [1]. В отряд Phthiraptera (Haeckel, 1896) включено семейство Trichodectidae (Kellogg, 1896) – волосовики (уст. син. власоеды) [4]. У собак паразитируют волосовики вида *Trichodectes canis* (De Geer, 1818) [1,4].

Триходектесы активно передвигаются по кожно-волосному покрову животных. При этом, они раздражают нервные окончания в коже собак и вызывают у последних сильный зуд и беспокойство. У животных, пораженных волосовиками, отмечают травматическую эрозию кожи (экскориации), которая является следствием самотравматизации (вылизывания или выкусывания и расчесов) по причине сильного зуда. Зуд у собак при паразитировании волосовиков, приводящий к возникновению экскориаций, является видоизмененным чувством боли, как ответная реакция, в том числе на укусы насекомых и проникновение в организм слюны паразитов [3,5].

В настоящее время в ветеринарных клиниках для терапии пораженных волосовиками животных представлен большой ассортимент инсектоакарицидов [1], однако, большинство из них импортные и довольно дорогостоящие.

Цель исследования. Целью наших исследований стало определение активности инсектоакарицидного спрея, в состав которого входит действующее вещество перметрин, а также синергист и наполнители, в отношении волосовиков собак *Trichodectes canis* в лабораторных условиях. Данное средство производится в России и предназначено для обработки собак и щенков, пораженных волосовиками, блохами, вшами и клещами.

Материалы и методы исследования. Исследования по эффективности инсектицидного средства в отношении возбудителей триходектоза собак провели в условиях кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К. И. Скрябина.

Биологическими объектами для проведения исследований являлись волосовики вида *Trichodectes canis*, которых извлекали с тела собак методом счеса с кожно-волосного покрова при помощи расчески с частыми зубцами.

Поскольку данный инсектоакарицид был представлен в готовой форме, но концентрация АДВ (активно действующее вещество) не указана, то опыты по определению инсектицидной эффективности данного средства проводили на волосовиках следующим образом. На дно 6 стандартных стеклянных чашки Петри (3 опытных и три контрольных) помещали кружки фильтровальной бумаги. Затем опытные опрыскивали спреем и в последующем в них подсаживали по 10 особей волосовиков. А три контрольных обрабатывали тем же способом водой и также подсаживали

насекомых. Затем, закрывали все 6 чашек крышками и помещали в термостат при температуре 38°C. Учет результатов эксперимента проводили через 24 часа.

Результат исследований. В результате проведенных экспериментов мы выяснили, что инсектоакарицидный спрей, в состав которого входит АДВ перметрин из группы синтетических пиретроидов, 100% эффективен в отношении волосовиков собак вида *Trichodectes canis* в условиях *in vitro*. В контрольных экспериментах из 30 насекомых погибла 1 особь.

Выводы. По результатам проведенных исследований мы выяснили, что инсектоакарицидное средство в форме спрея с АДВ перметрин из группы синтетических пиретроидов обладает 100% эффективностью в отношении эктопаразитов вида *Trichodectes canis*, являющихся возбудителями фтираптероза собак. В контрольной группе опытов погибла одна особь насекомых, что составило 3%, а это является допустимым в экспериментах

Список литературы

1. Акбаев, Р. М. Использование терминов в ветеринарной паразитологии : Учебно-методическое пособие по чтению и употреблению паразитологических терминов для обучающихся в ветеринарных и биологических ВУЗах, по направлению 36.05.01. «Ветеринария»; 36.03.01. «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и 06.03.01. «Биология» / Р. М. Акбаев, Н. В. Бабичев. – Москва : Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина, 2021. – 36 с. – ISBN 978-5-6047469-0-5. – EDN PQRGUU.
2. Бабичев, Н. В. К вопросу о повышении терминологической грамотности у ветеринарных специалистов (на примере морфологической и паразитологической терминологии) / Н. В. Бабичев, Р. М. Акбаев // Российский ветеринарный журнал. – 2020. – № 3. – С. 5-8. – DOI 10.32416/2500-4379-2020-3-5-8. – EDN BONLAP.
3. Бабичев, Н. В. Медицинский термин в обыденном и профессиональном ветеринарном дискурсе: сравнительные аспекты / Н. В. Бабичев, Р. М. Акбаев // Российский ветеринарный журнал. – 2020. – № 4. – С. 5-9. – DOI 10.32416/2500-4379-2020-4-5-9. – EDN HZXCSW.
4. Бабичев, Н. В. Способы номинации диагнозов в ветеринарной практике в лингводидактическом и когнитивном аспектах (о чем умолчали страницы учебников) / Н. В. Бабичев, Р. М. Акбаев // Российский ветеринарный журнал. – 2021. – № 1. – С. 5-8. – DOI 10.32416/2500-4379-2021-1-5-8. – EDN DFLKQW.
5. Бабичев, Н. В. Клиническое обследование кожного покрова у млекопитающих и птиц / Н. В. Бабичев, Р. М. Акбаев. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2022. – 42 с. – ISBN 978-5-209-11261-7. – EDN PQXZW.

¹АХПАШЕВА А.Ю., ²ЕГОРОВА И.Н., ¹ЕГОРОВА Н.О.
**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФЕНИЛПРОПАНОИДОВ В ТРАВЕ
ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В КУЗБС**

¹Кемеровский государственный медицинский университет,
г. Кемерово

²Федеральный научно-исследовательский центр угля и углехимии
СО РАН, г. Кемерово
e-mail: nir_kem@mail.ru

¹AKHPASHEVA A.Yu., ²EGOROVA I.N., ¹EGOROVA N.O.
**PHENYLPROPANOIDS CONTENT ASSESSMENT IN THE
GRASS OF ECHINACEA PURPUREA, INTRODUCED IN THE
KUZBASS BOTANICAL GARDEN**

¹Kemerovo State Medical University, Kemerovo

²The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian
Branch of the Russian Academy of Science, Kemerovo
e-mail: nir_kem@mail.ru

Аннотация: Представлены результаты оценки содержания фенилпропаноидов в сырье (трава) эхинацеи пурпурной, полученном при интродукции в КузБС. Результаты исследования показали, что трава эхинацеи пурпурной по содержанию фенилпропаноидов, соответствует требованиям ФС.2.5.0055.15 и составляет в среднем 2,87 %.

Ключевые слова: эхинацея пурпурная, фенилпропаноиды, лекарственное растительное сырье, трава, ботанический сад, интродукция.

Abstract: The phenylpropanoid content assessment results in the Echinacea purpurea raw material (grass) obtained during the introduction in the Kuzbass Botanical Garden are presented. The study results showed that Echinacea purpurea herb in terms of phenylpropanoid content meets the requirements of the Pharmacopoeia article 2.5.0055.15 and averages 2.87%.

Keywords: *Echinaceae purpureae*, phenylpropanoid, plant raw materials, herb, Botanical Garden, introduction.

Echinacea purpurea L., представитель семейства Asteraceae, нашла широкое применение в официальной медицине, ветеринарии, новейших пищевых технологиях, нутрициологии [2-5]. Успешно выращивается во многих регионах нашей страны.

Химический состав эхинацеи пурпурной разнообразен и включает большое количество БАВ: алкалоиды (эхинацин), обеспечивающие анальгезирующее и противовоспалительное действие, гликозиды (эхинацетин), которые обладают иммуномодулирующим действием; флавоноиды (кемпферол, кверцетин и др.), обладают антиоксидантными свойствами; полисахариды, важны для стимулирования иммунного ответа

организма; органические кислоты (кофейная, хлорогеновая и т.д.), также играют роль в биологической активности эхинацеи [3,4,6,7]. Данные биологически активные вещества работают синергически, объясняя широкое использование эхинацеи в медицине и пищевой промышленности. Используются все части растения, в форме таблеток, настоек, экстрактов и чаев [2,3,5]. В России в настоящее время, зарегистрировано 12 наименований лекарственных препаратов, получаемых из травы эхинацеи пурпурной, включенные в Государственный реестр 2021).

Анализ литературных источников показал, что исследования по эхинацеи пурпурной сосредоточены преимущественно на оценке ее иммуномодулирующих свойств. Результаты часто бывают неоднозначны. Некоторые исследователи считают, что необходимо проведение дополнительных клинических испытаний для окончательной оценки её эффективности и безопасности. Дальнейшие ее исследования помогут выявить новые возможности для использования этого растения в медицине в качестве эффективного средства в профилактике и лечении различных заболеваний, а также для создания новых БАД и продуктов функциональной направленности.

Ранее, в ходе интродукционных исследований, было доказано, что *E. purpurea* в условиях лесостепной зоны Кемеровской области проходит полный цикл онтогенеза [1].

Цель исследования – возможность использования травы *Echinacea purpurea* L., интродуцированной на «Аптекарском огороде» КузБС для фармацевтической и пищевой промышленности региона.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась трава эхинацеи пурпурной, интродуцированной на территории опытного участка «Аптекарского огорода» Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН города Кемерово (рисунок 1).

Сбор сырья осуществлялся в августе 2024 года. Сушку сырья проводили, воздушно-теневым способом. Перед проведением исследования, сырье измельчали (универсальная мельница – VLM - 6. Л.) и просеивали через сито с отверстиями в 0,5 мм. Влажность сырья определяли на анализаторе влажности MB23/MB25(США). Влажность сырья составила –5, 88 %.

Оценку качества травы эхинацеи пурпурной проводили по суммарному содержанию фенилпропаноидов, согласно методики, представленной в ФС.2.5.0055.15 «Эхинацеи пурпурной трава» (*Echinacea purpureae herba*) - спектрофотометрическим методом.



Рисунок 1 – Посадки эхинацеи пурпурной на «Аптекарском огороде»

Для извлечения фенилпропаноидов из сырья эхинацеи проводили однократной экстракцией 1,0 г (точная навеска) травы 10 мл. 95% спирта этилового с добавлением 0,1 г щавелевой кислоты в колбе на 25 мл. Колбу закрывали пробкой и взвешивали на аналитических весах. После чего присоединяли к обратному холодильнику, нагревая до слабого кипения, при постоянном перемешивании с помощью магнитной мешалки в течении 45 минут. По истечении времени, полученный экстракт охлаждали, колбу закрывали пробкой и снова взвешивали, доводя этиловым спиртом до первоначальной массы. Содержимое колбы переносили в центрифужную пробирку на 25 мл и центрифугировали при 1000 об/мин 3 минуты.

Полученную надосадочную жидкость (коричневого цвета), объемом не более 20 мкл наносили на стартовую линию фильтровальной бумаги (размер 15x15) в двух повторностях, полосой около 3 см. Границы полученных пятен, после высыхания, обводили графитовым карандашом. Хроматографирование проводили восходящим методом в хлороформе. Полученную хроматограмму высушивали, вырезали обведенные пятна, помещали в колбы на 25 мл. заливали 10 мл. 0,1 М раствором хлористоводородной кислоты и встряхивали в течении 30 мин.

Оптическую плотность полученных растворов измеряли на спектрофотометре СФ-2000 (Россия) при длине волны 328 нм в кювете толщиной слоя 10 мм. Раствор сравнения – 95 % этиловый спирт. Расчет суммы фенилпропаноидов в пересчете на цикориевую кислоту (абсолютно сухое сырье) в %, рассчитывали по формуле, представленной ФС.2.5.0055.15. Анализ проводили в трехкратной повторности. Результаты статистически обрабатывались с применением программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения исследования было установлено, что содержание фенилпропаноидов в образцах травы эхинацеи пурпурной составила в среднем $2,87 \pm 0,08$ %, что соответствует требованиям ФС.2.5.0055.15 (не менее 2,5 %).

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния различных факторов, таких как условия агротехники, сроков сбора, экологических факторов, на содержание фенилпропаноидов в траве и подземных органах эхинацеи пурпурной. Это позволит оптимизировать процесс выращивания и сбора сырья для получения препаратов с максимальной терапевтической эффективностью.

Выводы. Результаты исследования показали, что трава *Echinacea purpurea* L., полученная входе интродукции на «Аптекарском огороде» КузБС, отвечает требованиям НД на данный вид сырья по суммарному содержанию фенилпропаноидов (2,87 %).

Полученные результаты свидетельствуют о пригодности сырья, для дальнейшей переработки и изготовления на его основе лекарственных средств и продуктов функциональной направленности.

Список литературы

1. Загурская Ю.В., Егорова И.Н. Оценка перспективности выращивания лекарственных растений в Кузбасском ботаническом саду//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 12 (134). С. 61-67.
2. Колотий Т.Б. Обогащение пшеничного хлеба растительной добавкой эхинацеи пурпурной // Научные исследования: итоги и перспективы. 2021. Т. 2, № 2. С. 35–39. DOI: 10.21822/2713-220X-2021-2-2-35-39. EDN QDYXRХ
3. Куркин В.А. Фенилпропаноиды – перспективные природные биологически активные соединения: монография / В.А. Куркин. – Самара: СамГМУ, 1996. – 80 с.
4. Самородов В.Н., Пospelов С.В., Моисеева Г.Ф., Середа А.В. Фитохимический состав представителей рода эхинацея (*Echinacea* Moench) и его фармакологические свойства (обзор)// Химико- фармацевтический журнал. 1996. 30, №4. С. 32 – 37.
5. Тарасов В.Е., Чумак А.А., Тихомирова Н.А., Ерофеева Е.Г. Разработка технологии получения фиточая на основе растительного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 1 (361). С. 66–69. DOI: 10.26297/0579-3009. 2018.1.19. EDN YUPVDJ.
6. Manayi A., Vazirian M., Saeidnia S. *Echinacea purpurea*: Pharmacology, phytochemistry and analysis methods // Pharmacogn Rev. 2015 Jan-Jun; 9(17):63-72. DOI: 10.4103/0973- 7847.156353. PMID: 26009695. PMCID: PMC4441164.
7. Percival S.S. Use of echinacea in medicine // Biochem Pharmacol. 2000 Jul 15;60 (2):155-8. DOI: 10.1016/s0006-2952(99)00413-x. PMID: 10825459.

БЕСПАЛОВ Д.С., ЕГОРОВ Д.М.
**ГЕЛЕОБРАЗНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ СТЕБЛЕЙ БОРЩЕВИКА
СОСНОВСКОГО**

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), г. Санкт-Петербург
e-mail: den_chim@mail.ru*

BESPALOV D.S., EGOROV D.M.
GEL CELLULOSE FROM THE STEMS OF SOSNOVSKY HOGWEED
*Saint-Petersburg State Technological Institute (Technical University),
Saint-Petersburg
e-mail: den_chim@mail.ru*

Аннотация: В работе приводится методика эксперимента по получению гидрогеля целлюлозы из стеблей борщевика Сосновского, которая показывает практическую реализуемость использования борщевика для получения материалов биомедицинского назначения. Удалось наблюдать образование устойчивого гидрогеля и его переход в прозрачную плёнку. Намечены перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, растительное сырьё, глубокая переработка, целлюлоза, гидроксид тетраамминмеди (II).

Abstract: The paper presents an experimental method for obtaining cellulose hydrogel from the stems of Sosnovsky hogweed, which shows the practical feasibility of using hogweed to obtain biomedical materials. It was possible to observe the formation of a stable hydrogel and its transition to a transparent film. Prospects for further research are outlined.

Keywords: Sosnovsky hogweed, vegetable raw materials, deep processing, cellulose, tetraaminecopper(II) hydroxide.

Взгляд на борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden*) не только лишь как на опасный сорняк, но как на культуру будущего, резонно находит своих сторонников: рациональное использование его широкой сырьевой базы сулит немалые прибыли.

Актуальным трендом при разработке современных наружных лекарственных форм является использование в их основе гидрогелей. Полимерная матрица препятствует одномоментному высвобождению активного фармацевтического ингредиента из нанесённого на поверхность кожи лекарственного препарата. Это способствует его равномерному релизу в течение всего времени действия препарата [2]. Не обладая собственной биологической активностью, гидрогели на основе целлюлозы являются эталоном совместимости и экологичности.

Борщевик Сосновского является перспективным источником целлюлозы. Существуют данные об изыскании искусственных

композитных материалов на основе целлюлозы, полученной из наземной части борщевика [1]. Сырьё по описанному методу последовательно обрабатывалось 3% азотной кислотой, затем 2% раствором гидроксида калия, а после подвергалось отбеливанию под действием 3% раствора перекиси водорода в щелочной среде.

Цель исследования: изучить возможность переработки борщевика Сосновского в гидрогель целлюлозы.

Материалы и методы исследования. Сырьё – опад *Heracleum sosnowskyi Manden* – было собрано в ноябре 2024 г. в Ленинградской области. Выбирались равномерно окрашенные части растений, не имевшие признаков поражения плесневыми грибами. Собранные стебли высушивались и измельчались до мелких опилок.

Получению гидрогеля на основе целлюлозы, полученной из растительного сырья, предшествовала его делигнификация. В ходе выполнения экспериментальной работы были подобраны условия делигнификации опада борщевика Сосновского более мягкие, чем описанные в литературе [1]. Этого удалось достичь благодаря отказу от использования азотной кислоты. Делигнификация производилась в два этапа: вначале – методом «щелочной варки», потом – сульфатным методом. После делигнификации следовало отбеливание полученного материала под действием перекиси водорода в щелочной среде при нагревании.

Для приготовления реактива Швейцера (гидроксид тетраамминмеди (II)) 22,3 г CuSO_4 растворили при комнатной температуре (25 °C) в 100 мл дистиллированной воды. К полученному раствору при перемешивании и охлаждении добавили 100 мл 25% раствора аммиака и 35 мл 30% раствора NaOH. Полученный реактив нацело растворял хлопковую вату.

Ультразвуковое воздействие в опытах по растворению растительного сырья в реактиве Швейцера производилось с помощью ультразвуковой ванны VGT-2000 (частота 40 кГц; мощность 35 Вт).

Осаждение раствора целлюлозы в реактиве Швейцера осуществляли с помощью 1 М (8,91%) раствора серной кислоты.

Наличие остаточного лигнина в полученном геле устанавливали с помощью раствора диазосульфаниловой кислоты. Для его приготовления на ледяной бане смешивали охлаждённые до 0 °C растворы 0,1 г сульфаниловой кислоты в 5 мл 10% NaOH и 5 мл 10% NaNO_2 , а затем к смеси по каплям прибавили 7 мл 10% H_2SO_4 . Реактив использовали немедленно.

Результаты исследования и их обсуждение. Результатом исследования являются разработанные экспериментальные методики, приведённая ниже.

20 г просеянной крупки из стеблей борщевика подвергли «щелочной варке». Для этого сырьё заливали 1 л 10% раствора NaOH и кипятили под обратным холодильником в течении 75 часов, каждые 24 часа обновляя

раствор NaOH. Цвет отработанного щёлока напоминал цвет крепкого чая. После обработки растительный материал отделяли фильтрованием, промывали водой, отжимали и высушивали.

Уже обработанное сырьё подвергалось дополнительной обработке по «сульфатному методу» делигнификации. Материал засыпали в 0,5 л 10% раствора NaOH, содержавшего дополнительно 20 г Na₂S и кипятили под обратным холодильником в течении 24 часов. Цвет отработанного щёлока тёмный, болотно-зелёный. Щёлок имел специфический запах. После обработки растительный материал отделяли фильтрованием, промывали водой, отжимали и высушивали.

После делигнификации следовало отбеливание. Весь собранный материал вносили в 1% раствор NaOH и перемешивали до равномерного распределения, после чего к смеси прибавляли 40 мл 30% перекиси водорода (пергидроль) и систему помещали на кипящую водяную баню при энергичном перемешивании. Время обработки – 15 минут при слабом кипении воды в бане. Цвет суспензии менялся с жёлто-коричневого до светло-жёлтого; наблюдалось бурное газовыделение и пенообразование. В полученном растворе все частички растительного сырья, изначально окрашенные неравномерно, приобрели одинаковый бледно-жёлтый цвет. Суспензия выливалась в пятикратный объём воды, а полученный раствор фильтровался через плотную ткань. Оставшийся на фильтре материал тщательно промывался от следов щёлочи, а после отжимался и высушивался.

Полученная в результате целлюлоза имела вид мелких ватообразных серовато-кремовых опилок, жадно вбиравших в себя воду при увлажнении.

Для растворения целлюлозы использовали реактив Швейцера (на 1 г целлюлозы брали 23,5 мл свежеприготовленного реактива). Избранное количество делигнифицированной целлюлозы помещалось в пробирку и заливалось реактивом так, чтобы жидкость с небольшим избытком покрывала твёрдую фазу. Смесь перемешивалась стеклянной палочкой и оставлялась для «созревания» на сутки. После этого закрытая пробирка погружалась в ультразвуковую ванну VGT-2000 на 15 минут. Затем густая паста фильтровалась через капроновую материю для отделения не растворившихся крупных фрагментов стеблей борщевика, а фильтрат при перемешивании добавлялся в осадительную ванну с 1 М (8,91%) раствором серной кислоты. Сразу же выпадал объёмистый ярко-синий осадок, который постепенно обесцветился, приобретя кремовый цвет. Суспензия была отфильтрована на фильтре Шотта, а остаток промыт дистиллированной водой до нейтральной реакции фильтрата. На фильтре остался образец искомого гидрогеля целлюлозы. Он имел бежевый цвет (см. рис 1а).

Для установления содержания в образце остаточного лигнина на образец, находившийся на фильтре, нанесли каплю 40% раствора NaOH. После минутной выдержки в это же место капнули свежеприготовленным

раствором диазосульфаниловой кислоты. Возникшее оранжево-красное окрашивание подтвердило наличие в пробе лигнина (см. рис 1б).

Образец геля, нанесённый равномерным слоем на стекло и высушенный естественным путём, приобрёл вид тонкой коричневой плёнки, прозрачной на просвет и напоминавшей целлофан. Плёнка отличалась низкой прочностью на разрыв и ломкостью.

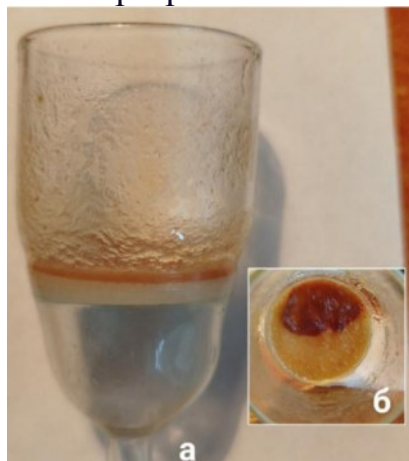


Рисунок 1 – Гидрогель целлюлозы, полученный из борщевика Сосновского.

Наблюдаемые явления свидетельствуют о том, что имела место недостаточная для данного метода переработки целлюлозы делигнификация. На это указывают неполное растворение образцов целлюлозы в реактиве Швейцера, цвет получающихся образцов геля, а также ломкость полученной из него плёнки.

Выводы. В ходе экспериментов была продемонстрирована практическая осуществимость переработки целлюлозы, выделенной из опада борщевика Сосновского, в прототипы материалов биомедицинского назначения (целлюлоза в форме гидрогеля).

Перспективы дальнейшего исследования авторы видят в совершенствовании лабораторных способов делигнификации растительного сырья и подборе эффективных растворителей целлюлозы.

Список литературы

1. Baskakov, S.A et al. Cellulose from Annual Plants and Its Use for the Production of the Films Hydrophobized with Tetrafluoroethylene Telomers. *Molecules* 2022, 27, 6002. Doi: 10.3390/molecules27186002
2. Григорьев Д.В., Гудкин А.В., Хоманец Е.В., Успенская М.В., Олехнович Р.О., Сивцов Е.В. Кинетика высвобождения сульфаниламида из полимерного композита на основе акрилового гидрогеля и детонационных наноалмазов // Вестник ВГУИТ. 2024 Т. 86 № 4 С. 230–238. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-230-238

¹BUI B. T., ¹NGUYEN T. T. T., ²LE N. N. P., ³DAU B. T.
**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM
SCHISANDRA PERULATA FRUITS**

¹Biotechnology Center of Ho Chi Minh City, Vietnam

²Tran Dai Nghia High School for the Gifted, Vietnam

³Hong Duc University, Vietnam

e-mail: buibaothinh9595@gmail.com

¹БУЙ Б. Т., ¹НГУЕН Т. Т. Т., ²ЛЕ Н. Н. Ф., ³ДАУ Б. Т.
**АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ
ПЛОДОВ *SCHISANDRA PERULATA***

¹Биотехнологический центр города Хошимина, Вьетнам

²Средняя школа для одаренных детей имени Тран Дай Нгуа, Вьетнам

³Университет Хонг Дук, Вьетнам

e-mail: buibaothinh9595@gmail.com

Abstract: This study investigated the antimicrobial activity of essential oil extracted from the fruits of *Schisandra perulata*. The oil exhibited activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as *Candida albicans*. Notably, *Staphylococcus aureus* demonstrated the highest sensitivity, with a minimum inhibitory concentration of 100 µg/mL. These findings suggest that *S. perulata* essential oil has potential as a natural antimicrobial agent for applications in pharmaceuticals, cosmetics, and food preservation.

Keywords: *Schisandra perulata*, essential oil, Schisandraceae, antimicrobial activity, *Staphylococcus aureus*.

Аннотация: В данном исследовании изучалась антимикробная активность эфирного масла, полученного из плодов *Schisandra perulata*. Масло проявило активность в отношении как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, а также *Candida albicans*. Наибольшую чувствительность продемонстрировал *Staphylococcus aureus*, с минимальной ингибирующей концентрацией 100 мкг/мл. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале эфирного масла *S. perulata* в качестве природного антимикробного средства для применения в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности.

Ключевые слова: *Schisandra perulata*, эфирное масло, Schisandraceae, антимикробная активность, *Staphylococcus aureus*.

Introduction. The increasing prevalence of antimicrobial resistance (AMR) has become a critical global health challenge, prompting the urgent need for novel and effective antimicrobial agents [1]. According to the World Health Organization (WHO), AMR is among the top ten global public health threats, with millions of infections and thousands of deaths annually attributed to drug-resistant pathogens [1]. This alarming trend underscores the importance of exploring

alternative antimicrobial strategies, particularly those based on natural products with broad-spectrum activity and a lower risk of resistance development.

In recent years, essential oils derived from medicinal plants have emerged as promising candidates due to their diverse bioactive compounds and multifaceted mechanisms of action [2]. The genus *Schisandra* (family Schisandraceae), widely used in traditional Asian medicine, includes species known for antioxidant, hepatoprotective, and antimicrobial properties [3]. Among them, *Schisandra perulata* Gagnep. is an endemic species found in Vietnam. It is a deciduous woody vine typically scattered in evergreen forests at elevations of approximately 1500 m [4]. Despite the known pharmacological potential of other *Schisandra* species, the antimicrobial properties of *S. perulata*, especially its essential oil, remain largely unexplored.

This study aims to evaluate the antimicrobial activity of essential oil extracted from the fruits of *S. perulata* against a panel of pathogenic microorganisms, including Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as *Candida albicans*. The results are expected to contribute to the identification of novel, natural antimicrobial agents with potential applications in food preservation, pharmaceuticals, and cosmetic formulations.

Materials and methods. Fresh fruits of *S. perulata* were collected from Lao Cai Province, Vietnam, in September 2019. The fruits were air-dried at ambient room temperature for one week and then ground into a fine powder using a laboratory mill. Essential oil was extracted by steam distillation with a Clevenger-type apparatus operated at atmospheric pressure for 4 h. The obtained oil was dried over anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4) and stored at 4°C until further analysis. The chemical composition of the essential oil was analyzed using gas chromatography coupled with a flame ionization detector (GC-FID) and gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS), following established protocols described in previous studies [4].

The antimicrobial activity of the essential oil was tested against seven microbial strains: three Gram-positive bacteria (*Enterococcus faecalis* ATCC 299212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 14579), three Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enterica* ATCC 13076), and one fungal strain (*Candida albicans* ATCC 10231). All strains were obtained from the American Type Culture Collection (ATCC, Manassas, VA, USA). Minimum inhibitory concentration (MIC) was determined using the broth microdilution method. Essential oil solutions were first prepared in dimethyl sulfoxide and then diluted with sterile distilled water. Mueller-Hinton Broth was used for bacterial assays, while Sabouraud Dextrose Broth was used for fungal testing. Microbial suspensions were adjusted to 5×10^5 CFU/mL for bacteria and 1×10^3 CFU/mL for yeast before inoculation into 96-well microtiter plates containing the diluted essential oil solutions. Plates were incubated at 37°C for 24 h for bacterial cultures and at 30°C for fungal cultures. After incubation, microbial growth was assessed

by measuring optical density at 600 nm using a SpectraMax 190 microplate reader. MIC was defined as the lowest concentration of essential oil that completely inhibited visible microbial growth.

Results and discussions. GC-FID/MS analysis revealed that the essential oil extracted from *S. perulata* fruits is rich in sesquiterpenes. The major constituents identified were δ -cadinene (24.74%), α -ylangene (16.38%), *trans*- α -bergamotene (7.84%), β -elemene (6.91%), and β -himachalene (6.27%) [4]. These compounds are known for their bioactive properties, particularly their antimicrobial potential.

The antimicrobial activity of the essential oil was evaluated using the broth microdilution method. The oil exhibited varying levels of antimicrobial activity against the tested microorganisms (Table 1). Among Gram-positive bacteria, *S. aureus* was the most sensitive, with an MIC of 100 μ g/mL. *E. faecalis* and *B. cereus* were less sensitive, with MIC values of 200 μ g/mL. Regarding Gram-negative bacteria, *E. coli* and *S. enterica* showed lower susceptibility (MIC = 400 μ g/mL), whereas *P. aeruginosa* exhibited moderate sensitivity (MIC = 200 μ g/mL). The oil also displayed antifungal activity against *C. albicans*, with an MIC of 200 μ g/mL.

The antimicrobial efficacy of *S. perulata* essential oil may be attributed to the synergistic effects of its major sesquiterpene components [5]. The stronger activity observed against Gram-positive bacteria compared to Gram-negative strains is consistent with findings from other essential oil studies, where the outer membrane of Gram-negative bacteria acts as a barrier that limits the penetration of hydrophobic compounds [6].

Table 1. Antimicrobial activity of essential oil from *Schisandra perulata* fruits

Microorganisms	MIC (μ g/mL)
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 299212	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	200
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	400
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	200
<i>Salmonella enterica</i> ATCC 13076	400
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	200

Notably, *S. aureus* was the most susceptible strain, suggesting the potential application of the oil in treating skin or wound infections. The observed antifungal activity against *C. albicans* also highlights the oil's potential as a natural antifungal agent, particularly in the context of increasing resistance to conventional treatments.

Overall, these results suggest that the essential oil from *S. perulata* fruits possesses broad-spectrum antimicrobial properties, especially against Gram-positive bacteria and fungi. Its rich composition of bioactive sesquiterpenes

supports further investigation into its use as a natural antimicrobial agent in food preservation, pharmaceutical formulations, and cosmetic products.

Conclusions. The essential oil extracted from the fruits of *S. perulata* demonstrated notable antimicrobial activity against a broad range of pathogenic microorganisms, including both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as *C. albicans*. The strongest inhibitory effect was observed against *S. aureus*, indicating its promising antibacterial potential. These findings underscore the potential of *S. perulata* essential oil as a natural antimicrobial agent for applications in the pharmaceutical, cosmetic, and food preservation industries. Further investigations into its mechanism of action and formulation development are recommended to support its practical application.

References

1. Prestinaci, F., Pezzotti, P., & Pantosti, A. (2015). Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. *Pathogens and Global Health*, 109(7), 309-318.
2. Mittal, R. P., Rana, A., & Jaitak, V. (2019). Essential oils: an impending substitute of synthetic antimicrobial agents to overcome antimicrobial resistance. *Current Drug Targets*, 20(6), 605-624.
3. Xu, H., Wang, W., Sun, Y., Li, Y., Jiang, Y., Deng, C., Song, X., & Zhang, D. (2023). A systematic review on triterpenoids from genus *Schisandra*: Botany, traditional use, pharmacology and modern application. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(10), 105178.
4. Thinh, B. B., Thanh, V. Q., Hanh, D. H., Thin, D. B., & Doudkin, R. V. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil from fruit of *Schisandra perulata*. *Chemistry of Natural Compounds*, 58(4), 763-765.
5. Bassolé, I. H. N., & Juliani, H. R. (2012). Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*, 17(4), 3989-4006.
6. Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451-1474.

VO N. T. T., NGUYEN T. N. T., BUI L. K. T., NGUYEN T. D., BUI B. T.
**ACUTE ORAL TOXICITY EVALUATION OF OCTENYL
SUCCINIC ANHYDRIDE-MODIFIED CASSAVA STARCH IN SWISS
ALBINO MICE**

Biotechnology Center of Ho Chi Minh City, Vietnam

e-mail: buibaothinh9595@gmail.com

ВО Н. Т. Т., НГУЕН Т. Н. Т., БУЙ Л. К. Т., НГУЕН Т. Д., БУЙ Б. Т.
**ОЦЕНКА ОСТРОЙ ПЕРОРАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ
МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА МАНИОКИ С
АНГИДРИДОМ ОКТЕНИЛЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ У БЕЛЫХ
МЫШЕЙ ЛИНИИ SWISS**

Биотехнологический центр города Хошимина, Вьетнам

e-mail: buibaothinh9595@gmail.com

Abstract: This study assessed the acute oral toxicity of octenyl succinic anhydride-modified cassava starch (OS starch) in Swiss albino mice. A single oral dose of 12.24 g/kg was administered, with no mortality or observable adverse effects over 14 days. Body weight increased normally, with no significant differences compared to controls. The maximum non-lethal dose (D_{max}) was 12.24 g/kg, and the estimated safe dose (D_s) was 2.45 g/kg. Results confirm that OS starch is non-toxic and safe for food and pharmaceutical use.

Keywords: Acute oral toxicity, OS starch, cassava starch, Swiss albino mice, safety evaluation.

Аннотация: В данном исследовании оценивалась острая пероральная токсичность модифицированного крахмала маниоки с ангидридом октенилянтарной кислоты (OS-крахмал) на белых мышах линии Swiss. Однократная пероральная доза 12,24 г/кг была введена животным, при этом в течение 14 дней не наблюдалось смертельных исходов или заметных побочных эффектов. Масса тела животных увеличивалась нормально, без значимых отличий по сравнению с контрольной группой. Максимальная несмертельная доза (D_{max}) составила 12,24 г/кг, а расчетная безопасная доза (D_s) — 2,45 г/кг. Полученные результаты подтверждают, что OS-крахмал не токсичен и безопасен для использования в пищевой и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: Острая пероральная токсичность, OS-крахмал, крахмал маниоки, белые мыши линии Swiss, оценка безопасности.

Introduction. Modified starches have attracted increasing attention in the food and pharmaceutical industries due to their enhanced functional properties, safety, and biocompatibility [1]. Among them, octenyl succinic anhydride (OSA)-modified starch (OS starch) is widely used as an emulsifier, stabilizer, and carrier for bioactive compounds owing to its amphiphilic structure and excellent film-

forming capabilities [2, 3]. Cassava starch, an abundant and renewable carbohydrate source in tropical regions, serves as an ideal substrate for OSA modification due to its high purity, wide availability, and low cost [4].

Despite its widespread use, ensuring the safety of modified starches at high doses is essential for regulatory compliance and public health. Although OS starch has been generally recognized as safe (GRAS) by food safety authorities such as the FAO/WHO and is classified as having no specified acceptable daily intake, comprehensive toxicological evaluations remain necessary to confirm its safety under various exposure conditions.

Acute oral toxicity studies in animal models are commonly conducted to assess the potential toxic effects of substances following a single high-dose administration [5]. These studies provide essential baseline data for estimating safe exposure levels and detecting any immediate adverse effects. The objective of the present study was to evaluate the acute oral toxicity of OSA-modified cassava starch in Swiss albino mice.

Materials and methods. Native cassava starch was provided by Nam Bao Tin Import-Export Co., Ltd. (Ho Chi Minh City, Vietnam), and OS starch from cassava was synthesized in-house following a previously established process. Swiss albino mice (male and female, 5–6 weeks old, weighing 20–25 g) were obtained from the Institute of Drug Quality Control, Ho Chi Minh City (Vietnam). All experimental procedures were performed in accordance with the National Institutes of Health (NIH) Guidelines for the Care and Use of Laboratory Animals and were approved by the institutional ethics committee. The animals were housed under standard laboratory conditions (temperature: $24 \pm 2^\circ\text{C}$; 12-hour light/dark cycle) with free access to food and water, and were acclimatized for seven days prior to the start of the experiment.

The acute oral toxicity study was carried out following the OECD Test Guideline 423 [6]. OS starch was dissolved in distilled water and administered orally via gavage at a single dose of 12.24 g/kg body weight. A total of 10 mice (5 males and 5 females) were used in the test group. Mice were observed for signs of systemic toxicity (e.g., behavioral changes, motor activity, feeding behavior) and mortality over the first 72 hours after administration. After this initial observation period, the mice were monitored daily for an additional 14 days to detect any delayed toxic effects or abnormal clinical signs. Body weights were recorded on day 0 (prior to dosing) and again on day 14.

Results and discussions. The acute oral toxicity test was conducted to evaluate the safety profile of OS starch at a high single oral dose of 12.24 g/kg body weight in Swiss albino mice. This dose greatly exceeds the estimated human daily intake and falls within the commonly accepted range (5–20 g/kg) used for acute toxicity evaluations in rodent models. The study was designed to detect any potential toxic effects under extreme exposure conditions, in accordance with OECD guidelines and the principles of the 3Rs (Replacement, Reduction, and Refinement) in animal research.

No mortality was observed in any of the animals during the initial 72 hours or throughout the subsequent 14-day observation period (mortality rate = 0%). Mice maintained normal behavior, physical activity, feeding habits, and appearance. No signs of neurological, respiratory, cardiovascular, gastrointestinal, or dermal abnormalities were observed. The central and autonomic nervous systems appeared functionally intact, with no convulsions, respiratory distress, diarrhea, or skin irritation noted. Parameters such as body posture, motor coordination, reflex responses, fur condition, and stool consistency remained within normal physiological limits.

Body weight was used as an indicator of general health status. All treated animals exhibited a progressive, statistically non-significant increase in body weight over the 14-day period compared to their baseline measurements and those of the control group ($p > 0.05$), as shown in Table 1. This pattern of weight gain was consistent with the expected physiological growth of 5–6-week-old mice and indicated the absence of growth-inhibitory or toxic effects related to the administered starch.

Table 1. Body weight changes in Swiss albino mice before and after 14 days of OS starch oral administration at 12.24 g/kg body weight

Group	Body weight before test (g)	Body weight after 14 days (g)
Male (Test group, n=5)	24.00 ± 0.45	27.40 ± 0.75
Female (Test group, n=5)	23.60 ± 0.60	28.20 ± 0.37
Male (Control group, n=5)	23.00 ± 0.63	27.00 ± 0.32
Female (Control group, n=5)	23.60 ± 0.51	27.60 ± 0.60

Note: Differences in body weight between test and control groups were not statistically significant ($p > 0.05$).

Based on the absence of mortality and observable adverse effects, the administered dose of 12.24 g/kg body weight was identified as the maximum non-lethal dose ($D_{\max}$). A safe reference dose (D_s) for future pharmacological or functional evaluations was estimated as 1/5 of $D_{\max}$, corresponding to 2.45 g/kg body weight. This dose may serve as a guide for further long-term or sub-chronic toxicity studies.

These findings are in agreement with previous safety evaluations of OSA-modified starch, which has been designated by the FAO/WHO as a food additive with no specified acceptable daily intake, reflecting its low toxicity potential. The absence of acute toxic effects at doses far exceeding typical human exposure supports the continued safe use of OS starch in food and pharmaceutical applications. Furthermore, the results reinforce its potential as a biocompatible and non-toxic excipient for future product development.

Conclusions. The results of this study demonstrate that OS starch does not induce acute oral toxicity in Swiss albino mice at a high single dose of 12.24 g/kg body weight. No mortality, behavioral abnormalities, or adverse physiological

effects were observed during the 14-day observation period. The established maximum non-lethal dose ($D_{\max}$) supports the derivation of a safe reference dose (D_s) of 2.45 g/kg body weight for future applications. These findings confirm the acute safety of OS starch and support its continued development and use as a biocompatible functional ingredient in food and pharmaceutical formulations.

Acknowledgement. The authors would like to thank the Biotechnology Center of Ho Chi Minh City, Vietnam, for their support and facilitation to complete this study.

References

1. Abbas, K. A., Khalil, S. K., & Hussin, A. S. M. (2010). Modified starches and their usages in selected food products: A review study. *Journal of Agricultural Science*, 2(2), 90-100.
2. Sweedman, M. C., Tizzotti, M. J., Schäfer, C., & Gilbert, R. G. (2013). Structure and physicochemical properties of octenyl succinic anhydride modified starches: A review. *Carbohydrate polymers*, 92(1), 905-920.
3. Altuna, L., Herrera, M. L., & Foresti, M. L. (2018). Synthesis and characterization of octenyl succinic anhydride modified starches for food applications. A review of recent literature. *Food Hydrocolloids*, 80, 97-110.
4. Wang, Z., Mhaske, P., Farahnaky, A., Kasapis, S., & Majzoobi, M. (2022). Cassava starch: Chemical modification and its impact on functional properties and digestibility, a review. *Food Hydrocolloids*, 129, 107542.
5. Walum, E. (1998). Acute oral toxicity. *Environmental Health Perspectives*, 106, 497-503.
6. OECD. (2002). Test No. 423: acute oral toxicity-acute toxic class method. *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals*, Section 4, 1-14.

ВОЛЧКОВА А.О., ШИКОВА А.И.
**СРАВНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ КЛОПИДОГРЕЛА И ТИКАГРЕЛОРА
У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЁСШИХ ПЕРВИЧНОЕ ЧРЕСКОЖНОЕ
КОРОНАРНОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО**

*Научный руководитель – к.м.н., доцент Н.В. Шатрова
Кемеровский государственный медицинский университет г. Кемерово
email: annyvolch@mail.ru, aksenovaalinaig@gmail.com*

VOLCHKOVA A.O., SHIKOVA A.I.
**COMPARISON OF CLOPIDOGREL AND TICAGRELOR DRUGS IN
PATIENTS UNDERGOING PRIMARY PERCUTANEOUS CORONARY
INTERVENTION**

*Scientific supervisor-Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
N.V. Shatrova
Kemerovo State Medical University, Kemerovo
email: annyvolch@mail.ru, aksenovaalinaig@gmail.com*

Аннотация: Клопидогрел и тикагрелор являются основными препаратами, входящими в состав двойной антитромбоцитарной терапии после чрескожного коронарного вмешательства, в частности, стентирования. Выбор наиболее подходящего из них влияет на риск повторных сердечных приступов, общую выживаемость и общее самочувствие пациентов.

Ключевые слова: клопидогрел, тикагрелор, антиагрегантная терапия, стентирование, острый коронарный синдром, кровотечение.

Abstract: Clopidogrel and ticagrelor are the main drugs included in the dual antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention, in particular, stenting. Choosing the most appropriate one affects the risk of recurrent heart attacks, overall survival, and overall well-being of patients.

Keywords: clopidogrel, ticagrelol, antiplatelet therapy, stenting, acute coronary syndrome, bleeding.

Цель исследования: изучить и проанализировать литературные данные и Интернет-ресурсы, посвященные препаратам клопидогрел и тикагрелол.

Материал и методы исследования: настоящее исследование было проведено с помощью литературных данных, Интернет-ресурсов (рубрикатор клинических рекомендаций, PubMed, Medscape).

Результаты исследования и их обсуждение: Развитие острого коронарного синдрома (ОКС) обычно связано с повреждением внутренней оболочки (интимы) коронарных артерий, что приводит к воздействию потока крови на атеросклеротические бляшки, расположенные под этой оболочкой. В результате происходит активация тромбоцитов в крови, их

слипание, выделение веществ, сужающих сосуды, и формирование тромбов. Препараты, препятствующие агрегации тромбоцитов, подавляют эти процессы и уменьшают негативные последствия их активации. Аспирин (АСК) эффективно подавляет циклооксигеназу – фермент, синтезируемый тромбоцитами, и широко применяется для лечения ОКС, снижая вероятность повторных сосудистых проблем. В настоящее время существуют более современные антитромбоцитарные средства, обладающие другим механизмом действия (например, тиенопиридины, блокирующие пути, связанные с аденозиндифосфатами), которые могут использоваться в комбинации с аспирином для достижения лучших результатов. Вмешательство в коронарные артерии, особенно установка стента, вызывает усиленную активацию тромбоцитов и требует более интенсивной антитромбоцитарной терапии для предотвращения тромбоза стента. Клопидогрел, один из первых новых препаратов в этой категории, продемонстрировал превосходство над монотерапией аспирином у пациентов с ОКС, находящихся в группе повышенного риска, или у тех, кому планируется проведение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Современные протоколы лечения острого коронарного синдрома (ОКС) с проведением чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) включают обязательную двойную антитромбоцитарную терапию. Помимо аспирина, пациентам, не имеющим противопоказаний, обычно назначают пероральный антагонист рецепторов P2Y₁₂. Клопидогрел десятилетиями был препаратом выбора во всем мире, однако в последние годы стали доступны и применяться в клинической практике новые антитромбоцитарные средства – прасугрел и тикагрелор, демонстрирующие более быстрое, мощное и устойчивое антитромботическое действие. Тикагрелор является активным веществом, не требующим метаболизма в печени, и, согласно актуальным рекомендациям, он предпочтительнее других ингибиторов P2Y₁₂-рецепторов. Благодаря прямому воздействию на P2Y₁₂ АДФ-рецепторы тромбоцитов, тикагрелор обеспечивает более быстрый антиагрегантный эффект по сравнению с клопидогрелом, и, следовательно, исключает развитие резистентности к препарату.

Преимущества тикагрелора перед клопидогрелом у пациентов с ОКС после ЧКВ были подтверждены в масштабном исследовании PLATO (Platelet inhibition and patient outcomes). В рамках этого исследования сравнивали комбинацию аспирина и тикагрелора (180 мг в качестве начальной дозы, затем 90 мг дважды в сутки) с комбинацией аспирина и клопидогрела (300-600 мг начальная доза, затем 75 мг один раз в сутки) у пациентов с ОКС в течение года наблюдения. Все участники исследования получали аспирин в дозе 75-100 мг. В группе, получавшей тикагрелор, наблюдалось снижение частоты возникновения основных неблагоприятных событий, включающих сердечно-сосудистую смертность. При анализе

вторичных конечных точек в группе тикагрелора реже наблюдались комбинированные показатели, включающие смерть от любой причины, инфаркт миокарда и инсульт (10,2% против 12,3%) и смерть от сердечно-сосудистых причин, инфаркт миокарда, инсульт, тяжелую рецидивирующую ишемию, транзиторную ишемическую атаку (ТИА) и другие формы артериального тромбоза (14,6% против 16,7%). Кроме того, отмечалось снижение общей смертности с 5,9% до 4,5%. Различий в частоте инсультов между группами не выявлено (1,5% против 1,3%). У пациентов с ОКС, перенесших ЧКВ, наблюдалось меньшее количество случаев острого сердечного события в группе тикагрелора (1,3% против 1,9%) независимо от использования стентов. Частота острого сердечного события была достоверно ниже в группе тикагрелора как через 30, так и через 360 дней наблюдения, в том числе у пациентов, получавших высокую начальную дозу препарата (600 мг и более). Таким образом, исследование PLATO продемонстрировало повышенную эффективность тикагрелора по сравнению с клопидогрелом, особенно у пациентов после ЧКВ. Важно отметить, что частота серьезных кровотечений по критериям исследования не отличалась между группами лечения тикагрелором и клопидогрелом (11,6% и 11,2% соответственно).

Помимо этого, не было выявлено значимых различий по критериям TIMI (7,9% в группе тикагрелора и 7,7% в группе клопидогрела соответственно), а также фатальных и угрожающих жизни кровотечений (5,8% в обеих группах). Однако у пациентов, принимавших тикагрелор, чаще отмечались серьезные кровотечения, не связанные с аортокоронарным шунтированием (АКШ) по критериям исследования (4,5% против 3,8%) и по критериям TIMI (2,8% против 2,2%;). Кроме того, в группе тикагрелора по сравнению с клопидогрелом было зарегистрировано больше случаев внутричерепных кровотечений, включая фатальные. В то же время у пациентов, получавших тикагрелор, было меньше случаев других видов фатальных кровотечений в группе клопидогрела.

По исследованию PEGASUS-TIMI 54 (2015 год) длительная терапия Тикагрелора снижала сердечно-сосудистые события такие, но с большим числом кровотечений зачастую несвязанных с самой процедурой чрескожного коронарного вмешательства. Так же по результатам Мета-анализа 2021 года (JAMA Cardiology) Тикагрелор ассоциирован с меньшей частотой тромбоза стент в отличие от клопидогрела.

Общие побочные эффекты Клопидогрела и Тикагрелора – кровотечения (носовые, десневые, желудочно-кишечные, подкожные гематомы, кровотечения в местах введения инъекций), гематологические нарушения (тромбоцитопения – редко, анемия), желудочно-кишечные расстройства (тошнота, диарея, боль в животе).

Специфические побочные эффекты Клопидогрела – резистентность (у некоторые пациентов из-за генетических особенностей эффект слабее),

гепатотоксичность (редко повышение печеночных ферментов), кожные реакции (зуд, сыпь). Нечасто отмечается язва желудка, язва двенадцатиперстной кишки, гастрит, гематурия, лейкопения, эозинофилия.

К специфическим побочным действиям Тикагрелора относятся: одышка, брадикардия, повышение уровня креатинина и мочевой кислоты, подагра, подагрический артрит, головокружение, головная боль, обмороки, артериальная гипотензия, кожный зуд, сыпь. Следует отметить, что одышка при приёме нагрузочной дозы возникает в первые двое суток практически у всех пациентов.

Выводы. Тикагрелор демонстрирует более выраженную эффективность по сравнению с клопидогрелем в плане уменьшения смертности, предотвращения тромбозов, возникающих в стентах, и развития сердечно-сосудистых осложнений. Однако при повышенном риске кровотечений, появлении затяжной одышки, особенно в состоянии покоя во время терапии тикагрелором, а также при трудностях с соблюдением режима приема препарата дважды в день, предпочтительным вариантом будет клопидогрел.

Список литературы

1. Alexopoulos D., Xanthopoulou I., Deftereos S., Hamilos M., Sitafidis G., Kanakakis I., Pentara I., Vavouranakis M., Davliouros P., Khakhalis G., Gudevenos J. Modern antiplatelet therapy in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention: 1-year results according to the GReek AntiPlatElet (GRAPE) registry. J Thromb Haemost. 2016 Jun;14(6):1146-54.

2. Koshi A.N., Giustino G., Sartori S., Huda A., Feng Y., Snyder K., Dasgupta S., Kumar K.R., Krishnamurti-Melarkode P., Sweeney J., Khera S., Serrao G.V., Sharma R., Dargas G., Kini A.S., Mehran R., Sharma S.K. Ticagrelor or prasugrel compared with clopidogrel in patients undergoing percutaneous coronary intervention in chronic coronary syndromes. EuroIntervention. 2023 Mar 20;18(15).

3. Hamilos M., Petousis S., Xanthopoulou I., Goudevenos J., Kanakakis J., Sitafidis G., Vavouranakis M., Scalidis E., Kociadakis G., Lekakis J., Vardas P.E., Alexopoulos D. Antiplatelet therapy in patients with diabetes and acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention: a subgroup study by GReek AntiPlatElet. Coron Artery Dis. 2018 Jan;29(1):53-59.

4. Cho J. K., Cha K. S., Ahn J., Park J. S., Lee H. V., Oh J. H., Choi J. H., Lee H. K., Hong T. J., Jeong M. H.; Korean Registry of Patients with Acute Myocardial Infarction — researchers at the National Institutes of Health. Comparison of the frequency of drug administration and clinical outcomes in patients with acute coronary syndrome who underwent percutaneous coronary intervention using various P2Y₁₂ inhibitors in a large observational study. Int J Cardiol. 2019 Jan 1.

ГЛАДКИЙ М. Л., ХАЛЬКО С. А.
**ТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ АМИКАЦИНА И МЕТОДЫ ИХ
ПРЕОДОЛЕНИЯ**

*Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно
e-mail: maximhladki@gmail.com*

HLADKI M. L., KHALKO S. A.
**TOXIC EFFECTS OF AMIKACIN AND METHODS OF
OVERCOMING THEM**

*Grodno State Medical University, Grodno
e-mail: maximhladki@gmail.com*

Аннотация: Амикацин – это аминогликозид, который широко используется для лечения аэробных грамотрицательных инфекций. Основными побочными эффектами являются нефротоксичность, наблюдаемая у 9,4% пациентов, а также вестибулярная и слуховая ототоксичность, наблюдаемая у 3,7–13,9%.

Ключевые слова: амикацин, аминогликозиды, нефротоксичность, ототоксичность, активные формы кислорода, перекисное окисление.

Abstract: Amikacin is an aminoglycoside that is widely used to treat aerobic gram—negative infections. The main side effects are nephrotoxicity, observed in 9,4% of patients, as well as vestibular and auditory ototoxicity, observed in 3,7-13,9%.

Keywords: amikacin, aminoglycosides, nephrotoxicity, ototoxicity, reactive oxygen species, peroxidation.

Амикацин – это аминогликозид, который широко используется для лечения аэробных грамотрицательных инфекций. Механизм его действия заключается в присоединении к 30s субъединице рибосом бактериальной клетки, что приводит к образованию аномальных белков, включение которых в клеточную мембрану увеличивает ее проницаемость и индуцирует апоптоз. По этой причине амикацин относится к бактерицидным антибиотикам. Однако, несмотря на своё клиническое применение, амикацин вызывает серьезные побочные эффекты, такие как нефро- и ототоксичность. По данным оценки приблизительно 10 000 пациентов, о которых сообщалось в клинических испытаниях, опубликованных в период с 1975 по 1982 год, средняя частота нефротоксичности для амикацина составили 9,4%. Средняя частота кохлеарной токсичности амикацином составила 13,9%. В большинстве случаев она необратима, но, тем не менее, начальные симптомы могут быть купированы. К ним относят: тиннитус (звон в ушах) и потеря восприятия высоких звуков. В 3,7% случаев отмечается головокружение, головные

боли, сопровождаемые тошнотой, рвотой, атаксия, нистагм – симптомы вестибулярной токсичности [1].

Цель исследования. Обобщить сведения о механизмах развития нефротоксичности и ототоксичности, вызванных применением аминогликозидного препарата амикацин, а также представить варианты нивелирования неблагоприятных исходов.

Материалы и методы исследования. Проведен литературный обзор зарубежных научных публикаций.

Результаты и их обсуждение. Нефротоксичность проявляется в виде неолигурической почечной недостаточности, сопровождающейся со стороны крови повышением в сыворотке уровня креатинина и соединений азота, со стороны мочи – гипоосмолярностью и протеинурией. Исходя из гистопатологических исследований, аминогликозидная нефротоксичность вызвана некрозом проксимальных почечных канальцев. Однако механизм этого некроза остается невыясненным. Имеют место три правдоподобные линии гипотез.

Первая гипотеза предполагает, что аминогликозиды оказывают свою токсичность в прямой зависимости от их локальной концентрации. Таким образом, это делает лизосомы очагом деградации, а лизосомальные изменения основной причиной токсичности, поскольку именно там в первую очередь хранится большая часть связанного препарата.

Вторая гипотеза заключается в том, что аминогликозиды становятся токсичными только после высвобождения из лизосом. При резком их выбросе в большом количестве могут развиваться такие метаболические изменения, как ингибирование митохондриального дыхания, транспорта ионов кальция или перекисного окисления липидов.

Третья гипотеза заключается в том, что препарат, хранящийся в лизосомах нетоксичен, но параллельно с эндоцитозным поглощением, небольшое его количество достигает нелизосомной цели – преимущественно апикальных и базолатеральных мембран. Изменения в щеточной кайме натрий-фосфатного котранспорта и натрий-водородного обмена увеличивают текучесть мембраны, а ингибирование разных видов мембранных белков, в частности $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATФазы}$ и высвобождение лактатдегидрогеназы приводит к многофакторному процессу гибели клеток [2].

Снижение вероятности нефротоксичности аминогликозидами универсально достигается двумя стратегиями. Первая направлена на завершение образования аминогликозидов внеклеточно, вторая – на конкуренцию или уменьшение связывания лекарственного средства с мембранами щеточной каймы. Ранние исследования на животных показали, что однократное введение суточной дозы гентамицина было значительно менее токсичным, чем введение той же дозы, разделенной на три части или введение её непрерывной инфузией. Объясняется это тем, что поглощение

аминогликозида клетками почечных канальцев является насыщаемым, то есть большая часть препарата, попадающая в просвет канальца, не будет реабсорбирована при должной концентрации. Это наблюдение вызвало большое количество исследований, сравнивающих токсичность различных схем введения препарата. В настоящее время при дозировании используются формулы скорости клубочковой фильтрации, такие как Кокрофта-Голта (для взрослых) или Шварца (для детей) [3].

В настоящее время известны пять основных механизмов ототоксичности, вызванных применением аминогликозидов. Во-первых, аминогликозиды блокируют калиевые каналы сосудистой полоски, что нарушает градиент концентраций ионов между эндолимфой и цитозолем волосковых клеток. Это приводит к изменению положительного заряда эндолимфатического потенциала, ответственного за механотрансдукцию. Во-вторых, аминогликозиды соединяются с металлами переменной валентности, такими как железо и/или медь. Эти комплексы, в свою очередь, взаимодействуют с фосфатидилинозитолом, чем индуцируют высвобождение арахидоновой кислоты, образующей активные формы кислорода (АФК): гидрокси- и пероксирадикалы. Также аминогликозиды изменяют внутриклеточный уровень кальция: транспортируя ионы из эндоплазматического ретикулума в митохондрии через рецепторы инозитол-1,4,5-трифосфата (IP3). Повышение уровня митохондриального кальция приводит к усилению окислительных процессов.

Аминогликозиды влияют на экспрессию NMDA-рецептора (ионотропного рецептора глутамата), при избыточной активации которого аналогично происходит чрезмерное поступление кальция в клетки, что активирует ферменты, разрушающие цитоскелет и вызывающие апоптоз – эксайтотоксичность [4].

Аминогликозиды инициируют апоптоз путём повышения проницаемости внешней митохондриальной мембраны. В результате образуются поры, через которые белок межмембранного пространства – цитохром С попадает в цитоплазму. Там он взаимодействует с фактором активации апоптотической протеазы 1, запуская сборку апоптосомы, которая активирует каспазу-9. Активная каспаза-9 расщепляет каспазу-3 и каспазу-7, что приводит к гибели клетки.

Как говорилось ранее, ототоксичность необратима, поскольку волосковые клетки не обладают способностью к регенерации. Поэтому крайне важно определить стратегию отопротекции для снижения риска потери слуха.

Одним из способов является применение антиоксидантов. По результатам экспериментов, как кохлеарные, так и вестибулярные побочные эффекты были ослаблены. На примере ацетилсалициловой кислоты происходит как ингибирование циклооксигеназы – фермента, регулирующего синтез простагландинов E2, E12 и тромбксана A2 –

благодаря чему снижается образование свободных радикалов, так и стимулирование продукции ферритина, который связывает уже образовавшиеся свободные радикалы железа в крови.

Было отмечено, что одновременное применение её с аминогликозидами во время терапии уменьшает степень и объем повреждения наружных волосковых клеток. Кроме того, салицилат ингибирует транслокацию в ядро цитоплазматического фактора каппа В (NF-κB), участвующего в митохондриальной дисфункции, что указывает на дополнительный механизм ототоксичности [5].

Вывод. Таким образом своевременная диагностика прооксидантно-антиоксидантного статуса у лиц, принимающих амикацин, может влиять не только на выживание грамотрицательных бактерий, но и на восстановление тканей во время терапии. Дальнейшее исследование свойств аминогликозидных препаратов играет решающую роль в терапевтических результатах, механизмах резистентности и даже в биотехнологических процессах, где антибиотики используются в микробных культурах.

Список литературы

1. Kahlmeter, G. Aminoglycoside toxicity - a review of clinical studies published between 1975 and 1982 / G. Kahlmeter // *Antimicrob Chemother.* – 1984. doi: 10.1093/jac/13.suppl_a.9.
2. Mechanism and Prevention of Ototoxicity Induced by Aminoglycosides / Fu X [et. al] // *Front Cell Neurosci.* – 2021. – Vol 15. – № 15.
3. Mingeot-Leclercq, M.P. Aminoglycosides: nephrotoxicity /M.P. Mingeot-Leclercq // *Antimicrob Agents Chemother* – 1999. – Vol. 43. – № 5. doi: 10.1128/AAC.43.5.1003.
4. Rahman, S. Ototoxicity caused by aminoglycosides / S. Rahman // *BMJ.* – 2007. – Vol. 20. doi: 10.1136/bmj.39301.680266.AE. PMID: 17947747; PMCID: PMC2034737.
5. Seiler, N.. Polyamines and apoptosis / N. Seiler // *J Cell Mol Med.* – 2005. – Vol. 9. – № 3. – P. 623 – 42. doi: 10.1111/j.1582-4934.2005.tb00493.x.

ДАНИЛИН А. Ю., СИЛИВОНЧИК Н. В., ЧЕЩЕВИК В. Т.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИИ LASSO ДЛЯ
МИНИМИЗАЦИИ ТЕСТИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ В
ОПРЕДЕЛЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Полесский государственный университет, г. Пинск

e-mail: danilinandrej2001@gmail.com

DANILIN A. YU., SILIVONCHIK N. V., CHESHCHIEVIK V. T.
**USE OF LASSO REGRESSION TO MINIMISE THE TESTED
BLOOD PARAMETERS IN CANCER DETECTION**

Polessky State University, Pinsk.

e-mail: danilinandrej2001@gmail.com

Аннотация: Цель работы – исследование применения регрессии LASSO для минимизации параметров крови в диагностике онкологических заболеваний. Биохимические и гематологические показатели показали высокую диагностическую значимость, тогда как метаболические параметры не продемонстрировали статистической значимости.

Ключевые слова: регрессия LASSO, диагностика, онкологические заболевания, биохимические показатели, гематологические показатели, метаболические показатели, машинное обучение, сыворотка крови.

Abstract: The aim of the work is to investigate the use of LASSO regression for minimisation of blood parameters in diagnostics of oncological diseases. Biochemical and haematological parameters showed high diagnostic significance, whereas metabolic parameters did not demonstrate statistical significance.

Keywords: LASSO regression, diagnosis, cancer, biochemical parameters, haematological parameters, metabolic parameters, machine learning, serum.

Онкологические заболевания (ОЗ) остаются основной причиной заболеваемости и смертности во всем мире. Традиционные методы диагностики ОЗ часто являются дорогостоящими и требуют много времени. Изменения в параметрах крови, вызванные болезнью, могут существенно повлиять на различные аспекты биоанализа. Врачи нередко фокусируются на явно аномальных параметрах, что может привести к игнорированию множества других данных тестов и взаимосвязей между лабораторными показателями, что, в свою очередь, может снизить диагностический потенциал этих тестов [1]. Поэтому крайне важно изучать референтный диапазон и характеристики вариации гематологических и биохимических показателей для раннего выявления предотвращаемых факторов риска и ранней диагностики ОЗ, особенно показателей, связанных с метаболическим здоровьем, чтобы помочь врачам в выявлении ОЗ на ранней стадии. Исходя из изученной литературы можно предположить, что

для выявления наиболее критичных параметров ОЗ может подойти метод регрессии LASSO [2].

Алгоритмы на основе машинного обучения широко используются в принятии клинических решений. Из них оператор наименьшего абсолютного сжатия и выбора LASSO является одним из наиболее часто используемых алгоритмов, и его клиническая эффективность была продемонстрирована ранее [3].

Регрессия LASSO – это метод линейной регрессии, который включает регуляризацию для предотвращения переобучения модели. Этот подход особенно полезен в ситуациях, когда количество предикторов (исследуемых параметров) значительно превышает количество наблюдений, или когда предикторы сильно взаимоскоррелированы [4].

Регрессия LASSO включает штраф к функции потерь, пропорциональный абсолютным значениям коэффициентов. Это приводит к "сжатию" коэффициентов, в результате чего некоторые из них могут стать равными нулю, что позволяет автоматически отбирать наиболее важные переменные. Таким образом, регрессия LASSO способствует выявлению значимых предикторов [5].

В связи с этим **целью настоящей работы** является изучение возможности применения метода регрессии LASSO для сокращения тестируемых параметров крови, необходимых для диагностики и раннего определения онкологических заболеваний.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования явилась сыворотка крови 65 человек: 30 условно-здоровых людей (УЗЛ) в качестве контрольной группы и 35 пациентов с ОЗ. Предметом исследования являются 42 параметра крови, которые были разделены на 3 группы (биохимические показатели – 24, гематологические показатели – 10, метаболические показатели – 8). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ R статистики (v4.3.3). С использованием пакета stats (v4.3.3) проводили первичную обработку данных. С использованием пакета caret (v4.3.3) проводили построение регрессионной модели машинного обучения с регуляризацией по методу LASSO. Модель принималась достоверной при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате исследования было построено 4 модели с использованием регрессии LASSO. Три модели с использованием каждой из 3 групп показателей (биохимических, гематологических и метаболических) и одна модель с совместным использованием показателей всех групп. По результатам исследования было выявлено, что модель, построенная с использованием метаболических показателей не имела статистически значимых отличий от случайных предсказаний ОЗ, при этом модели построенные с использованием биохимических и гематологических показателей крови, а также модель с совместным использованием показателей всех групп

показали хорошие показатели согласия (0,907, 0,999 и 0,999, соответственно) и уровня статистической значимости ($p=0,0002$, $p<0,0001$ и $p<0,0001$, соответственно).

Выводы. Результаты исследований показывают, что для диагностики и раннего определения ОЗ целесообразнее использовать биохимические и гематологические показатели крови. Однако данное исследование имело ряд ограничений, связанных с количеством выборки и методов построения моделей, что может повлиять на обобщаемость выводов.

Исследования проведены при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (договор № 65 от 05.05.2021) в рамках ГПНИ «Биотехнологии-2» (Рег. № НИР 20241017).

Список литературы

1. Wang, Q. Nomogram established on account of Lasso-Cox regression for predicting recurrence in patients with early-stage hepatocellular carcinoma / Q. Wang [et al.] // Front Immunol. – 2022. – Vol. 13, № 10. – P. 234–247.
2. Niu X, Chang T, Zhang Y, Liu Y, Yang Y, Mao Q. Variable screening and model construction for prognosis of elderly patients with lower-grade gliomas based on LASSO-Cox regression: a population-based cohort study / X. Niu [et al.] // Front Immunol. – 2024. – Vol. 15, № 5. – P. 20–27.
3. Ichimasa, K. Artificial intelligence may help in predicting the need for additional surgery after endoscopic resection of T1 colorectal cancer / K. Ichimasa [et al.] // Endoscopy. – 2018. – Vol. 50, № 3. – P. 230–240.
4. Ronzio, L. Has the Flood Entered the Basement? A Systematic Literature Review about Machine Learning in Laboratory Medicine / L. Ronzio [et al.] // Diagnostics. – 2021. – Vol. 11, № 2. – P. 372–384.
5. Panjiyar, B. K. A Systematic Review: Do the Use of Machine Learning, Deep Learning, and Artificial Intelligence Improve Patient Outcomes in Acute Myocardial Ischemia Compared to Clinician-Only Approaches? / B. K. Panjiyar [et al.] // Cureus. – 2023. – Vol.15, № 8. –P. 245–257.

ДРЕЕВА А.Е.
**СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ
МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСЕНСОРОВ В
КЛИНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ**

*Научный руководитель –Петрова А. С.
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Новгородский государственный университет имени Ярослава
Мудрого, г. Великий Новгород
e-mail: dreeva2002@gmail.com*

DREEVA A.E.
**COMPARISON OF TRADITIONAL AND MODERN METHODS OF
USING BIOSENSORS IN CLINICAL DIAGNOSTICS**

*Scientific adviser – Petrova A. S.
PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod
e-mail: dreeva2002@gmail.com*

Аннотация. В данной статье проводится анализ биосенсоров и традиционных медицинских методов, выявляются их отличия, преимущества и недостатки. В отличие от традиционной диагностики, требующей времени, оборудования и персонала, современные биосенсоры предлагают быструю и высокочувствительную диагностику в реальном времени., что делает их перспективными для внедрения в клиническую практику.

Ключевые слова: биосенсор, традиционные методы медицинское оборудование, биомаркер, принцип работы.

Abstract. This article analyzes biosensors and traditional medical methods, identifies their differences, advantages and disadvantages. Unlike traditional diagnostics, which require time, equipment, and personnel, modern biosensors offer fast and highly sensitive real-time diagnostics, making them promising for implementation in clinical practice.

Keywords: biosensor, traditional methods, medical equipment, biomarker, principle of operation.

Биосенсорные системы - высокотехнологичные инструменты, которые сочетают достижения биомедицины с современными технологиями микроэлектроники и нанотехнологий. В последние годы наблюдается значительный прогресс в разработке биосенсоров для экспресс-диагностики, что открывает широкие перспективы для их применения в клинической практике. Биосенсоры – это аналитические устройства, которые используют биологические компоненты для

обнаружения и измерения концентрации определенных химических веществ или биомаркеров [5].

Они состоят из биоселективного элемента (биологический материал) и физико-химического преобразователя, который преобразует биологическую реакцию в измеряемый сигнал.

Принцип работы биосенсора основан на интеграции биологических компонентов с физико-химическими преобразователями для обнаружения биомаркеров. Процесс включает три ключевых этапа:

1. Распознавание целевого аналита. Биосенсор содержит биорецептор иммобилизованный на сенсорной панели. Этот элемент специфически связывается с целевым в исследуемом образце.

2. Преобразование биохимической реакции в сигнал. Взаимодействие биорецептора с аналитом вызывает изменения, которые регистрирует трансдьюсер.

3. Обработка и отображение сигнала. Электронные компоненты усиливают и преобразуют сигнал в цифровой формат, выводя результат на экран. Это позволяет быстро интерпретировать концентрацию аналита [1,4].

Биосенсоры обладают рядом преимуществ перед традиционными методами клинической диагностики, что делает их перспективным инструментом в современной медицине. Среди преимуществ традиционной диагностики можно выделить:

- Установленные протоколы: Традиционные методы диагностики, такие как микробиологические и иммунологические тесты, имеют хорошо установленные протоколы и широко используются в клинической практике.

- Доступность оборудования: Большинство лабораторий оснащены необходимым оборудованием для выполнения этих тестов.

- Диагностическая глубина: визуализация внутренних органов (МРТ, УЗИ).

Также имеется ряд недостатков:

- Длительность и трудоёмкость: Традиционные методы часто требуют значительного времени на выполнение и обработку результатов, что может задержать диагностику и лечение.

- Требования к оборудованию и персоналу: Эти методы требуют специального оборудования и подготовленного персонала, что может быть проблемой в регионах с ограниченными ресурсами.

Преимуществами современных методов с использованием биосенсоров являются следующие характеристики:

- Скорость и чувствительность: Биосенсоры позволяют проводить быструю диагностику (часто в режиме реального времени) и обладают высокой чувствительностью, что делает их более эффективными, чем традиционные методы.

- **Портативность и доступность:** Современные биосенсоры часто являются портативными, что позволяет использовать их в условиях point-of-care (по месту лечения), снижая зависимость от лабораторного оборудования и специализированного персонала.

- **Экономичность:** Биосенсоры могут быть более экономичными, чем традиционные методы, поскольку не требуют дорогостоящего оборудования и специальных навыков для использования. [1,3]

К недостаткам относятся:

- **Ограниченный опыт использования:** хотя биосенсоры быстро развиваются, их широкое внедрение в клиническую практику ещё не завершено, и требуется больше данных о их долгосрочной эффективности.

- **Требования к калибровке и обслуживанию:** Биосенсоры могут требовать регулярной калибровки и обслуживания для поддержания точности и чувствительности.

В целом, современные биосенсоры предлагают значительные преимущества в скорости, чувствительности и доступности по сравнению с традиционными методами диагностики, что делает их перспективными инструментами для клинической практики.

Биосенсоры и традиционное медицинское оборудование имеют фундаментальные различия в принципах работы, применении и ряде характеристик, указанных в таблице 1:

Таблица 1 – Основные отличия биосенсоров от традиционного оборудования [1-3]

Критерий	Биосенсоры	Традиционное оборудование
Основной принцип	Комбинация биологического элемента и физико-химического преобразователя.	Используют физико-химические методы (спектроскопия, хроматография) без биологических компонентов.
Скорость анализа	Результат за минуты.	Часы или дни.
Чувствительность	Высокая чувствительность	Менее чувствительные
Портативность	Компактные, работают в условиях point-of-care.	Обычно стационарное, требует специального помещения.
Стоимость	Доступны для массового использования.	Высокая стоимость.
Применение	Диагностика, мониторинг, эпидемиологические исследования.	Обширный спектр: визуализация, лабораторные тесты, хирургии.
Функциональность	Специализированы на обнаружении и измерении конкретных биохимических параметров.	Охватывает более широкий спектр функций

Список литературы

1. Андрюков Б.Г., Ляпун И.Н., Матосова Е.В., Сомова Л.М. Биосенсорные технологии в медицине: от детекции биохимических маркеров до исследования молекулярных мишеней (обзор) // «Современные технологии в медицине». - 2020. - №6. - С. 70.
2. Биосенсорные системы в медицине: экспертный обзор / Аксенова Е. И., Камынина Н. Н., Маклакова Ю. А. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. – 20 с.
3. Биосенсоры и их применение в медицинской диагностике / У. И. Хизриев, А. Д. Беседин, И. В. Клишин // Вестник УГМУ. 2024. No 3. С. 57–65. EDN: <https://elibrary.ru/FJHZRK>
4. Кудряшов А.П. Биосенсорные устройства: Курс лекций / А.П. Кудряшов Мн: БГУ, 2003.– 113 с.
5. Что такое биосенсор: типы и применение / [Электронный ресурс] // Biotechnologies: [сайт]. — URL: https://www.biotechnologies.ru/catalog/_Chto_takoe_biosensor.html (дата обращения: 20.02.2025)

**ЖАЙЛООБЕК КЫЗЫ М.
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА УРОВЕНЬ
ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ**

*Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого,
Великий Новгород, Российская Федерация,
zhailoobekkyzmedina@gmail.com*

**ZHAILOOBEK KYZY M.
THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE LEVEL OF
GLUCOSE IN THE BLOOD**

*Yaroslav The Wise Novgorod State University Veliky Novgorod,
Russian Federation
zhailoobekkyzmeina@gmail.com*

Аннотация. В представленной работе проведен анализ влияния физической активности на уровень глюкозы в крови. Исследованы вопросы зависимости с интенсивностью и продолжительностью тренировок. Проведен анализ зависимости от типов активности. Сформированы выводы, относительно процесса транспортировки глюкозы в организме.

Ключевые слова: физическая активность, глюкоза, влияние, транспортировка глюкозы, кровь.

Abstract. In the presented work, the analysis of the influence of physical activity on the level of glucose in the blood is carried out. The issues of dependence on the intensity and duration of training are studied. The analysis of the dependence on the types of activity is carried out. Conclusions are formed regarding the process of glucose transportation in the body.

Keywords: physical activity, glucose, influence, glucose transportation, blood.

Физическая активность обладает важной ролью в регулировании уровня глюкозы в крови. Во время упражнений в мышцах начинается активное потребление глюкозы, что приводит к снижению её концентрации в крови. Регулярные аэробные упражнения в виде ходьбы, бега или плавания повышают чувствительность клеток к инсулину.

В результате для транспортировки глюкозы из крови в клетки требуется его меньшее количество, что приводит к стабилизации уровня сахара. Немаловажными в этом случае становятся силовые тренировки, увеличивающие мышечную массу как основного потребителя глюкозы. При большом количестве мышц организм эффективнее справляется с утилизацией образующегося сахара.

Для каждого человека интенсивность и продолжительность тренировок подбирается индивидуально, что особенно важно для людей с диабетом. В этом случае проводится консультация с врачом для разработки оптимального плана физической активности, что позволяет учитывать состояние здоровья и при необходимости подключать к этому процессу медикаментозную терапию.

Различные виды физической активности совершенно по-разному влияют на уровень сахара крови. Высокая степень и скорость снижения сахара в основном отмечаются при аэробных нагрузках, к которым относятся бег, плавание, езда на велосипеде. Высокоинтенсивные нагрузки в виде разных силовых упражнений, подъёма штанги, сдачи нормативов приводят к более медленному снижению сахара из-за возможного выброса гормонов стресса.

Но чаще всего в реальной жизни физическая активность является смешанной, причём периоды аэробной нагрузки сменяются анаэробными занятиями. К ним относятся игровые виды спорта, единоборства, школьные уроки физкультуры и комплексные упражнения. Во время таких происходящих нагрузок гликемия снижается плавно.

Высокоинтенсивные интервальные тренировки приводят к снижению вариабельности гликемии после нагрузки, а также обеспечивают защиту от ночной гипогликемии у спортсменов, страдающих сахарным диабетом. При этом происходит усиление протекающего окислительного метаболизма мышц у людей молодого возраста [3].

Влияние физической активности на уровень глюкозы в крови показано в подготовленной таблице 1

Таблица 1 – Физическая активность и уровень глюкозы в крови

Тип активности	Интенсивность	Воздействие на глюкозу	Примечания
Аэробные упражнения	Низкая/средняя	Снижает уровень глюкозы, повышает чувствительность к инсулину	Длительные упражнения могут привести к гипогликемии, особенно у людей, принимающих инсулин или сахароснижающие препараты. Важно контролировать уровень глюкозы до, во время и после тренировки
Силовые упражнения	Высокая	Может кратковременно повышать уровень глюкозы за счет выброса гормонов стресса (адреналина), но в долгосрочной перспективе улучшает контроль глюкозы, увеличивая мышечную массу и чувствительность к инсулину	Важно соблюдать технику безопасности, особенно при наличии диабетической нейропатии. Необходима консультация с врачом перед началом тренировок
Высокоинтенсивные интервальные тренировки (ВИИТ)	Высокая	Комбинированное воздействие: кратковременное повышение, за которым следует снижение уровня глюкозы и повышение чувствительности к инсулину	Требует тщательного контроля уровня глюкозы и адаптации дозы инсулина/лекарств. Не рекомендуется начинающим
Йога/Пилатес	Низкая/средняя	Улучшает чувствительность к инсулину, снижает уровень стресса, косвенно влияя на уровень глюкозы	Важно выбирать адаптированные программы, учитывая индивидуальные особенности и ограничения

Высокоинтенсивные периодические упражнения приводят к снижению утилизации глюкозы в отличие от непрерывных умеренно

интенсивных упражнений. Под этим подразумевается высокая гибкость представленного типа упражнений переключения метаболизма в сторону потребления существующих альтернативных субстратов [1].

Роль разных видов физических упражнений в состоянии здоровья пациентов с протекающим сахарным диабетом доказана и подтверждена многими проведёнными исследованиями. Полученные данные используются для предотвращения развития микро и макрососудистых осложнений.

Основными преимуществами регулярных физических нагрузок становятся:

- улучшение физической подготовки;
- снижение потребности в инсулине;
- значительное снижение риска развития разных микрососудистых осложнений;
- повышение качества жизни;
- улучшение когнитивных функций;
- улучшение самочувствия.

Увеличение физической активности приводит к повышению общего тонуса и к поднятию настроения у человека. Польза спорта и физических упражнений для пациентов доказана в исследованиях, а также подтверждена на уровне физиологических показателей. При правильном подборе разные нагрузки становятся отличным подспорьем в лечении. Но для этого врач обучает пациента с сахарным диабетом поддерживать нормальный сахар и помогает ему в преодолении некоторых возникающих барьеров.

Проведённые исследования подтверждают то, что у пациентов с СД, которые посещают амбулаторные клиники университетских больниц, существует четыре основных фактора, сдерживающих физическую активность:

- страх возникновения гипогликемии;
- достаточно плотный график работы;
- низкий уровень физической подготовки;
- отсутствие контроля над своим протекающим заболеванием.

Во многом представленные барьеры могли бы преодолеваться, если бы пациенты знали о фармакокинетике инсулина и могли бы пользоваться стратегиями предотвращения гипогликемии. В этом заключаются основные трудности при занятиях спортом у пациентов с сахарным диабетом.

Ещё одной актуальной проблемой является гипергликемия, которая возникает из-за выброса контррегуляторных гормонов во время интенсивных упражнений. Это особенно важно для людей с плохо контролируемым диабетом. Также диабетическая нейропатия часто приводит к снижению чувствительности в стопах, увеличивает риск

получения травм и может становиться причиной образования язв во время занятий [4].

Сердечно-сосудистые осложнения, в некоторых случаях сопутствующие диабету, также требуют особого внимания. Интенсивные тренировки становятся опасными при наличии не диагностированных заболеваний сердца. В этом случае важен тщательный контроль уровня глюкозы и отслеживание артериального давления до, во время и после проведения спортивных тренировок, а также консультации с врачом и другими медицинскими специалистами при появлении каких-либо волнующих вопросов.

Физическая активность оказывает положительное влияние на качество жизни пациентов с СД, а также помогает в регулировании течения заболевания. Но в настоящее время единый рецепт физической нагрузки отсутствует, поэтому она зависит от предпочтений конкретного пациента. В результате комфорт и чувство удовлетворения от выполняемых физических упражнений способствуют большей приверженности к занятиям.

Но в этой ситуации должен учитываться вид и продолжительность физической нагрузки, что влияет на выбор правильных схем и рекомендаций по управлению сахарным диабетом. В этом помогают разные методы стабилизации гликемии при физической активности, например, употребление углеводов, коррекция болюсного или базального инсулина. При хорошем знании правил изменения дозы инсулина при физической нагрузке и предотвращении гипогликемии спортивные тренировки становятся максимально эффективными и безопасными, а также не приносящими какого-либо вреда здоровью человека [2].

Также необходимо помнить о том, что недопустимым является переход к занятиям тяжёлым спортом с сильной физической нагрузкой без предварительной подготовки. В этом случае может произойти резкое снижение концентрации глюкозы крови. Переход к тяжёлым видам спорта и упражнений возможен только после освоения более простых и лёгких видов физических нагрузок.

Физическая активность является мощным инструментом, используемым для поддержания стабильного уровня глюкозы в крови. Регулярные упражнения, адаптированные к индивидуальным потребностям, значительно улучшают гликемический контроль и общее состояние здоровья.

Для людей с диабетом или преддиабетом физическая активность относится к важнейшей части управления своим протекающим заболеванием. Но к физическим упражнениям требуется осознанный подход. Например, это измерение уровня глюкозы до, во время и после тренировки для понимания того, как конкретные упражнения могут влиять на организм.

В настоящее время выбор вида активности должен соответствовать физическим возможностям и предпочтениям. Даже небольшие изменения в образе жизни в виде ходьбы пешком вместо использования транспорта могут привести к положительным результатам.

Сбалансированное питание с присутствием в рационе белков и сложных важных углеводов, которое сочетается с физической активностью, помогает в поддержке стабильного уровня глюкозы крови. В этом случае консультация с врачом или диетологом позволяет разрабатывать индивидуальный план физических тренировок и правильного питания. Регулярные физические нагрузки становятся отличной инвестицией в здоровье, что улучшает качество жизни и приводит к снижению риска развития осложнений, связанных с высоким уровнем глюкозы в крови.

Список литературы

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под ред. Дедова И.И., Шестаковой М.В., Майорова А.Ю. 10-й выпуск (дополненный). Сахарный диабет. 2021; 24:1-148
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010 -2022 гг // Сахарный диабет. — 2023. — Т. 26. — №2. — С. 104-123
3. Соболев, Ю. В. Основы методики обучения плаванию / Ю. В. Соболев // Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары-Ташкент, 21 января 2022 года. -Чебоксары-Ташкент: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. - С. 307-311.
4. The effects of high-intensity functional training on cardiometabolic risk factors and exercise enjoyment in men and women with metabolic syndrome: study protocol for a randomized, 12-week, dose-response trial / L.E. Smith, G.P. Van Gilder, L.K. Dallek, N.K. Harris // Trials. - 2022. - № 23 (1). - . URL: <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06100-7>

ЗМУШКО А. С., ЖИЛЬЦОВА Ю. В.
**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ
LACTOBACILLUS SPP., *BIFIDOBACTERIUM SPP.* К
АНТИБИОТИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТАМ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**
«Международный государственный экологический институт имени А.Д.
Сахарова» Белорусского государственного университета, г. Минск,
Республика Беларусь
e-mail: alinkazmushko29@mail.ru

ZMUSHKO A.S., ZHYLTSOVA Yu.V.
**SENSITIVITY OF PROBIOTIC STRAINS *LACTOBACILLUS SPP.*,
BIFIDOBACTERIUM SPP. TO ANTIBIOTIC DRUGS IN VITRO**
International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: alinkazmushko29@mail.ru

Аннотация: Изучена чувствительность пробиотических штаммов *Lactobacillus reuteri* и *Bifidobacterium bifidum* к 10 антибиотическим препаратам различных групп. Оба штамма оказались чувствительными к кларитромицину, линкомицину, эритромицину, проявляли условную устойчивость к амоксициллину и обладали устойчивостью к неомицину.

Ключевые слова: *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium bifidum*, пробиотики, антибиотики, чувствительность к антибиотикам.

Abstract: The sensitivity of probiotic strains *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum* to 10 antibiotic drugs of different groups was studied. Both strains were sensitive to clarithromycin, lincomycin, erythromycin, showed conditional resistance to amoxicillin and were resistant to neomycin.

Keywords: *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium bifidum*, probiotic, antibiotics, antibiotic sensitivity.

Цель исследования. Оценить воздействие различных групп широко используемых антимикробных препаратов на некоторые пробиотические штаммы в условиях *in vitro*.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили штаммы *Lactobacillus reuteri* и *Bifidobacterium bifidum*, которые были предоставлены Институтом микробиологии Национальной академии наук Беларуси. Сравнительное изучение чувствительности пробиотических штаммов осуществляли к ряду из 10 антибиотических препаратов, относящихся к различным группам: пенициллины (амоксициллин, ампициллин, оксациллин), тетрациклины (доксикалин, тетрациклин), макролиды (кларитромицин, эритромицин), гликопептиды (ванкомицин), аминогликозиды (неомицин), линкозамины (линкомицин), что позволило выявить значительные межштаммовые различия. Использовались

стандартные методы исследования: микроскопические, биохимические, культуральные. Чувствительность пробиотических штаммов к антибиотикам изучали диско-диффузным методом (ДДМ) при использовании стандартных дисков, пропитанных антибиотиками [2]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием t-критерия Стьюдента в программном пакете Microsoft office – Excel 2003. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. При выполнении работы был проведен анализ чувствительности бактерий рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* по отношению к некоторым антибиотическим препаратам в условиях *in vitro*. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Устойчивость пробиотических штаммов *Lactobacillus reuteri* и *Bifidobacterium bifidum* к антибиотическим препаратам

№	Препарат	Содержание вещества в диске, мкг	Диаметр зоны задержки роста, мм	Оценка чувствительности и <i>Lactobacillus reuteri</i>	Диаметр зоны задержки роста, мм	Оценка чувствительности <i>Bifidobacterium bifidum</i>
Группа пенициллинов						
1	Амоксициллин	20 мкг	25	Чувствительный	27	Чувствительный
2	Ампициллин	10 мкг	15	Промежуточно чувствительный	24	Чувствительный
3	Оксациллин	1 мкг	9	Устойчивый	14	Промежуточно чувствительный
Группа тетрациклинов						
4	Доксициклин	30 мкг	8	Устойчивый	26	Чувствительный
5	Тетрациклин	30 мкг	0	Устойчивый	22	Чувствительный
Группа макролидов						
6	Кларитромицин	15 мкг	32	Чувствительный	34	Чувствительный
7	Эритромицин	15 мкг	26	Чувствительный	27	Чувствительный
Группа гликопептидов						
8	Ванкомицин	30 мкг	10	Устойчивый	20	Промежуточно устойчивый
Группа аминогликозидов						
9	Неомицин	30 мкг	12	Промежуточно устойчивый	0	Устойчивый
Группа линкозамидов						
10	Линкомицин	15 мкг	27	Чувствительный	28	Чувствительный

Чувствительность бактерии к каждому антибиотику оценивается на основании зон ингибирования. Если диаметр ореола вокруг диска большой, то микроорганизм чувствителен к препарату, если он маленький, то бактерия проявляет промежуточную чувствительность, а если незначительный или даже отсутствует, то исследуемый вид бактерий устойчив к препарату [3].

Для точного определения бактериальной чувствительности измеряют диаметр зон ингибирования в миллиметрах, сравнивая полученные значения со стандартными значениями для бактериального штамма.

Бактерии способны проявлять определенную устойчивость к лекарствам за счет спонтанных мутаций и переноса генов. Резистентные микробные штаммы могут вырабатывать ферменты, модифицирующие лекарственные препараты, изменять проницаемость клетки, предотвращая прохождение или прилипание молекул с антибиотиком. Следует понимать, что антибиотик сам по себе не создает резистентность. Устойчивость к препарату – это не явление адаптации к антибиотику, а явление спонтанное и трансмиссивное, которое затрагивает генетическое наследие бактерии [1].

Выводы. В результате проведенных исследований показано, что зона задержки роста штамма *L. reuteri* изменялась от 0 до 32 мм, а *Bif. bifidum* изменялась от 0 до 34 мм. Штамм *L. reuteri* чувствителен к кларитромицину, линкомицину, эритромицину; проявлял условную устойчивость к амоксициллину и ампициллину; обладал устойчивостью к остальным тестируемым антимикробным препаратам (неомицин, ванкомицин, оксациллин, доксициклин, тетрациклин). Штамм *Bif. bifidum* чувствителен к кларитромицину, линкомицину, эритромицину, доксициклину, тетрациклину, ампициллину, ванкомицину; проявлял условную устойчивость к амоксициллину, оксациллину; обладал устойчивостью к неомицину.

Lactobacillus reuteri более устойчив к ампициллину (в 1,6 раз, $p=0,05$), доксициклину (в 3,3 раза, $p=0,05$), оксациллину (в 1,6 раз, $p=0,05$), тетрациклину ($p=0,05$), ванкомицину (в 2 раз, $p=0,05$) по сравнению с *Bifidobacterium bifidum*.

Чувствительность *Lactobacillus reuteri* к антибиотическим препаратам убывает в следующем ряду:

чувствительны: кларитромицин, линкомицин, эритромицин > условно чувствительны: амоксициллин, ампициллин > устойчивы: неомицин, ванкомицин, оксациллин, доксициклин, тетрациклин.

Чувствительность *Bifidobacterium bifidum* к антибиотическим препаратам убывает в следующем ряду:

чувствительны: кларитромицин, линкомицин, эритромицин, доксициклин, тетрациклин, ампициллин, ванкомицин > условно чувствительны: амоксициллин, оксациллин > устойчивы: неомицин.

Список литературы

1. Новик, Г. И. Биологическая активность микроорганизмов-пробиотиков / Г.И. Новик, Г.И. Мелентьев, А.А. Самарцев, Н.И. Астапович, М.А. Каврус, А.Н. Михалюк // Журнал прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42. - № 2. – С. 187– 194.
2. Сизенцов, А. Н. Методы определения антибиотикопродуктивности и антибиотикорезистентности. Методические указания к лабораторному практикуму / А.Н. Сизенцов. – Оренбург. – 2009. – 107 с.
3. Филиппова, Е.С. Изучение антибиотикорезистентности некоторых пробиотических штаммов / Е.С. Филиппова, Н.А. Забокрицкий, А.В. Молдованов // Научн. Журнал Биомедицина (ISSN 2074–5982). – М.: «Научный центр биомедицинских технологий РАМН», 2010. – №5. – С.142–144.

КАРАБАНОВ С. Ю.
**РЕГУЛЯЦИЯ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
 АМИНОКИСЛОТАМИ: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ
 НЕЙРОПРОТЕКЦИИ**

*ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М.
 Горбатова» РАН, г. Москва
 e-mail: s.karabanov@fnscps.ru*

KARABANOV S. YU.
**REGULATION OF NEUROTROPHIC FACTORS BY AMINO
 ACIDS: MOLECULAR BASIS OF NEUROPROTECTION**

*V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Moscow
 e-mail: s.karabanov@fnscps.ru*

Аннотация: Рассмотрена роль нейротрофических факторов BDNF и NGF в регуляции нейропластичности и нейропротекции, и их взаимодействие с триптофаном и глутаматом. Анализируются механизмы влияния серотонинового, кинуренинового и глутаматергического путей на экспрессию BDNF и NGF, рассмотрены их молекулярные пути.

Ключевые слова: нейротрофические факторы, BDNF, NGF, нейропротекция, триптофан, глутамат.

Abstract: The role of neurotrophic factors BDNF and NGF in the regulation of neuroplasticity and neuroprotection, as well as their interaction with tryptophan and glutamate, is examined. The mechanisms by which serotonergic, kynurenine, and glutamatergic pathways influence BDNF and NGF expression

are analyzed, with particular focus on their underlying molecular signaling cascades.

Keywords: neurotrophic factors, BDNF, NGF, neuroprotection, tryptophan, glutamate.

Современные исследования в области нейробиологии уделяют особое внимание изучению нейротрофических факторов – ключевых регуляторов пластичности, выживаемости и функциональной активности нейронов. В данную группу входит множество белков, однако к наиболее изученным относят нейротрофический фактор мозга (BDNF) и фактор роста нервов (NGF), которые играют критическую роль в процессах нейрогенеза, синаптической передачи и защиты нервных клеток от повреждений. Нарушение экспрессии и сигналинга перечисленных факторов ассоциировано с развитием нейродегенеративных заболеваний (болезни Альцгеймера, Паркинсона), а также депрессии и тревожных расстройств.

Особый интерес представляет поиск естественных модуляторов нейротрофической системы, среди которых важное место занимают аминокислоты. Такие соединения, как глутамат, триптофан и их метаболиты, способны влиять на синтез и секрецию нейротрофических факторов, оказывая нейропротекторное и ноотропное действие. Однако механизмы, лежащие в основе этого взаимодействия, остаются недостаточно изученными, что определяет необходимость дальнейших исследований.

Целью исследования являлся анализ современных данных о влиянии аминокислот на экспрессию и активность нейротрофических факторов мозга, а также оценка перспектив их использования в стратегиях нейропротекции.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлся метаболический путь нейротрофических факторов (BDNF, NGF). Исследование проводили при помощи анализа и обобщения информационных источников (использование баз данных PubMed и Google Scholar), а также путем ручного поиска списков литературы.

Результаты исследования и их обсуждение. Современные исследования выделяют BDNF и NGF как наиболее хорошо изученные представители семейства нейротрофинов - регуляторных пептидов ЦНС. Их фундаментальная роль проявляется в контроле нейрональной дифференцировки, поддержании синаптической гомеостаза и предотвращении апоптоза зрелых нейронов. Нейропротекторные эффекты опосредованы высокоаффинным связыванием с трансмембранными рецепторами TrkB (для BDNF) и TrkA (для NGF), что запускает последовательную активацию внутриклеточных сигнальных каскадов, включающих PI3K/Akt, MAPK/ERK и PLCγ пути [1].

Экспрессия и активность данных факторов модулируются различными биохимическими соединениями, включая аминокислоты. Триптофан (предшественник серотонина и кинуренинов) и глутамат (основной возбуждающий нейротрансмиттер ЦНС) оказывают сложное и многоуровневое влияние на синтез и функционирование BDNF и NGF.

Метаболиты триптофана, образующиеся в ходе кинуренинового и метоксииндольного метаболических путей, выполняют важную функцию в синтезе структурных и функциональных белков, обеспечивающих формирование и гомеостаз нейрональных структур. Данные производные имеют прямую корреляцию с этиологией, патогенезом и клиническими проявлениями различных нейропсихиатрических и нейродегенеративных патологий. Триптофан, являясь предшественником серотонина и кинурениновых метаболитов, опосредованно регулирует экспрессию нейротрофических факторов, в частности BDNF и NGF. Через серотониновые рецепторы (5-HT_{1A/2A}) он активирует сигнальные пути (сAMP/РКА, MAPK/ERK), усиливающие синтез BDNF, тогда как кинурениновые метаболиты модулируют нейротрофическую поддержку, влияя на глутаматергическую передачу и нейровоспаление. Дисбаланс в метаболизме триптофана ассоциирован с нарушением нейротрофической функции при депрессии и нейродегенеративных заболеваниях [2].

Глутамат, являясь основным возбуждающим нейротрансмиттером ЦНС, оказывает сложное модулирующее влияние на экспрессию нейротрофических факторов (BDNF, NGF) через активацию ионотропных (NMDA, AMPA) и метаботропных (mGluR) рецепторов [3]. Умеренная стимуляция NMDA-рецепторов усиливает синтез BDNF за счет Ca²⁺-зависимой активации сигнальных путей CREB и MAPK/ERK, тогда как чрезмерная активация приводит к эксайтотоксичности и подавлению нейротрофинов. AMPA-рецепторы опосредуют быструю регуляцию BDNF через PI3K/Akt-зависимые механизмы. Дисбаланс глутаматергической передачи ассоциирован с нарушениями нейротрофической функции при нейродегенеративных и психических расстройствах [4].

Выводы. Адекватное потребление триптофана и глутамата с пищей играет ключевую роль в нейропротекции через три взаимосвязанных метаболических пути: 1) серотониновый (активация BDNF через 5-HT рецепторы), 2) кинурениновый (баланс кинуреновой кислоты (KYNA) и хинолиновая кислота для контроля нейротрофинов), и 3) глутаматергический (Ca²⁺-зависимая регуляция BDNF/NGF), обеспечивая комплексную защиту от процессов нейродегенерации.

Источники финансирования: работа опубликована в рамках темы НИР FGUS-2024-0003 государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

Список литературы

1. Карабанов С.Ю., Кибиткина А.А., Василевская Е.Р., Федулова Л.В. Изменения молекулярной сигнализации ключевых нейротрофических факторов в мозге при развитии аффективных нарушений // Гены и клетки. 2024. Т. 19, № 3. С. 334–347. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc631853>
2. Кибиткина А.А., Федулова Л.В., Карабанов С.Ю., Василевская Е.Р. Аминокислоты с нейрорегуляторным потенциалом: механизмы оптимизации работы мозга / Все о мясе. 2024. - №6. - С. 3–15. DOI: 10.21323/2071-2499-2024-6-3-15
3. Prabhu D., Khan S.M, Blackburn K., [et al] Loss of insulin-like growth factor-1 signaling in astrocytes disrupts glutamate handling // Journal of Neurochemistry. – 2019. – V. 151. – № 6. – P. 689–702. DOI:10.1111/jnc.14879
4. Gulyaeva, N. V. Interplay between brain BDNF and glutamatergic systems: A brief state of the evidence and association with the pathogenesis of depression / N. V. Gulyaeva // Biochemistry (Moscow). – 2017. – V. 82. – № 3. – P. 301–307. DOI:10.1134/S0006297917030087

КОВЯЗИНА Н. А., НИКОЛАЕВА А. М.

БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ АППЛИКАЦИОННЫХ ТВЕРДЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ БАКТЕРИОФАГОВ

*Пермская государственная фармацевтическая академия, г. Пермь
e-mail: natanat.pgfa@gmail.com*

KOVYAZINA N. A., NIKOLAEVA A. M.

BIOPHARMACEUTICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF BACTERIOPHAGE APPLICATION SOLID DOSAGE FORMS

*Perm State Pharmaceutical Academy, Perm
e-mail: natanat.pgfa@gmail.com*

Аннотация: В статье представлена характеристика биофармацевтических факторов, оказывающих влияние на биодоступность бактериофага из аппликационных твердых лекарственных форм, а также их влияние на модификацию биодоступности, повышение эффективности и качества фагопрепаратов.

Ключевые слова: бактериофаг, биологическая доступность, биофармация, разработка, пластины, пленки.

Abstract: The article presents the characterisation of biopharmaceutical factors influencing the bioavailability of bacteriophage from application solid

dosage forms, as well as their influence on modification of bioavailability, improvement of efficacy and quality of phagopreparations.

Keywords: bacteriophage, bioavailability, biopharmacy, development, plates, films.

Стратегия развития фармацевтической промышленности РФ направлена на разработку и внедрение инновационных качественных, эффективных и безопасных лекарственных препаратов. К современным тенденциям относится фармацевтическая разработка систем локальной доставки активной фармацевтической субстанции с модифицированным высвобождением в форме аппликационных твердых дозированных лекарственных форм – пластины лекарственные, пленки. Биodeградируемые полимерные аппликационные лекарственные формы прочно фиксируются на поврежденных тканях слизистой оболочки, набухают и модифицировано высвобождают активную фармацевтическую субстанцию из биосовместимой полимерной матрицы.

Разработка аппликационных твердых лекарственных форм с бактериофагом представляет собой многоуровневый процесс, одним из главных составляющих которого являются биофармацевтические исследования, основная задача которых состоит в оптимизация состава и технологии лекарственного препарата, а также изучении его стабильности.

Цель исследования. Унификация биофармацевтических факторов конструирования аппликационных твердых лекарственных форм с бактериофагом.

Результаты исследования и их обсуждение. Биофармацевтические факторы, влияющие на эффективность и качественные характеристики инновационных аппликационных твердых лекарственных фагопрепаратов, представлены на рисунке 1.

Биологической активной фармацевтической субстанцией (БАФС) аппликационных твердых лекарственных форм бактериофагов является вирулентный литический лечебно–профилактический бактериофаг (БФ), который по целевой направленности подразделяется на: 1) монокомпонентный – Стафилококковый бактериофаг, Стрептококковый бактериофаг, Псевдомонас аеругиноза (синегнойный бактериофаг); 2) комбинированный – Пиобактериофаг поливалентный очищенный, Секстафаг® (Пиобактериофаг поливалентный), Пиобактериофаг комплексный.

Лечебно–профилактический бактериофаг в зависимости от технологии конструирования лекарственной формы вводят в фармацевтическую композицию в виде раствора или концентрата.

На стабильность специфической активности БФ в твердых аппликационных лекарственных формах влияет природа БФ, способ

высушивания (воздушное, вакуумное, лиофильное) и режимы высушивания (температура, глубина вакуума, кратность сушки и пр.,) [1 – 5].

Биофармацевтические факторы	БАФС	Состав БФ – монокомпонентный, комбинированный.	конструкция ЛФ качественные характеристики ЛФ литическое действие БФ
	ВВ	стабилизаторы, ксеропротекторы, формообразователи, пластификаторы	конструкция ЛФ модификация высвобождения БФ качественные характеристики ЛФ литическое действие БФ
	ЛФ	пластины лекарственные, пленки	конструкция ЛФ качественные характеристики ЛФ локализация высвобождения БФ модификация высвобождения БФ литическое действие БФ
	Технология	порядок введения БАФС и ВВ; скорость перемешивания биомассы; конструкция ЛФ сушка (вид, режим) упаковка, температурный режим хранения	конструкция ЛФ качественные характеристики ЛФ модификация высвобождения БФ литическое действие БФ

Рисунок 1 – Биофармацевтические факторы конструирования аппликационных твердых лекарственных форм бактериофагов

Биофармацевтические аспекты вспомогательных веществ (ВВ) являются основой для научно обоснованного выбора ВВ при создании аппликационных лекарственных препаратов, так как образуют матричную конструкцию для БФ. Природа ВВ в рецептуре фармацевтической композиции лекарственной формы (стабилизаторы, формообразователи, ксеропротекторы, пластификаторы и пр.) влияют на стабильность БФ, конструктивные особенности и качественные характеристики лекарственной формы, модификацию отсроченного высвобождения БФ, пролонгацию высвобождения и литическое действие на возбудителей инфекционных заболеваний. Оптимальный вариант рецептуры выбирают с помощью математического планирования многофакторных экспериментов (функция желательности Харрингтона, принцип Парето, правило оптимума, аддитивный критерий оптимальности). Скрининг формообразователей

проводят по физико-химическим свойствам (структурообразование матрицы, рН, эластичность, абсорбция, адгезия, паропроницаемость, биodeградация, распадаемость), биофармацевтические исследования биологической доступности бактериофага (специфическая активность, релиз, диализ) *in vitro* и фармакологическую активность *in vivo* [1 – 5].

Биофармацевтический фактор – вид аппликационной лекарственной формы (ЛФ) (пленки, пластины лекарственные) определяет конструктивные особенности и качественные характеристики ЛФ, локализацию высвобождения БФ, модификацию отсроченного высвобождения БФ, пролонгацию высвобождения и биологическую доступность лечебно–профилактического БФ для обеспечения литического действия на возбудителей инфекционных заболеваний. Конструирование твердой аппликационной ЛФ БФ является многоэтапным процессом. Оптимальный вариант решения задачи разработки ЛФ выбирают с помощью математического планирования многофакторных экспериментов (функция желательности Харрингтона, дисперсионный анализ латинских квадратов, принцип Парето, правило оптимума, аддитивный критерий оптимальности) [1 – 5].

Технология получения ЛФ (порядок введения БАФС и ВВ в рецептуру, конструирование каркаса фармацевтической композиции, консистенция биомассы для высушивания, способ высушивания биомассы (вид, режим), упаковка и температурный режим хранения) определяет конструктивные особенности и качественные характеристики ЛФ, обеспечивает локализованное, пролонгированное, модифицированное высвобождение бактериофага из лекарственной формы, стабильность и биологическую доступность бактериофага для обеспечения литического действия на возбудителей инфекционных заболеваний. Оптимальный вариант решения задачи разработки фармацевтической композиции и технологии выбирают с помощью математического планирования многофакторных экспериментов (функция желательности Харрингтона, дисперсионный анализ латинских квадратов, принцип Парето, правило оптимума, аддитивный критерий оптимальности) [1 – 5].

Выводы. Таким образом, для создания аппликационных форм лекарственных препаратов бактериофагов с требуемыми характеристиками, на первом этапе исследования необходима предварительная разносторонняя оценка основных биофармацевтических факторов, определяющих качество разрабатываемых препаратов.

Список литературы

1. Ковязина Н.А. Изучение физико-химических свойств пленок лекарственных Секстафаг®. Вестник ВГУ, серия: химия, биология, фармация. 2022. № 1 – С. 78–84
2. Ковязина Н.А., Лукин П.С., Функнер Е.В., Заривчацкий М.Ф., Николаева А.М., Ефимова М.Г., Казьянин А.В. Подходы к

конструированию полимерных раневых покрытий с бактериофагами. Медицинский альманах. 2013. № 2 (26). – С. 72-74.

3. Ковязина Н.А., Николаева А.М. Разработка состава пленок Секстафаг® Пиобактериофаг поливалентный на основе метода многокритериальной оптимизации. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2024. Т. 23, № 3. – С. 185 – 192.

4. Ковязина Н.А., Николаева А.М., Функнер Е.В. Биофармацевтические исследования по оптимизации состава пластин лекарственных Секстафаг®. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019, Т. 18, № 1. – С. 177-184.

5. Ковязина Н.А., Николаева А.М., Функнер Е.В., Ефимова М.Г. Биodeградируемые пластины лекарственные и способ их получения: пат. № 2677290 Рос. Федерация; опубл. 16.01.2019 – С. 8.

¹НАУМОВА А.П., ¹ЕГОРОВА Н.О., ²ЕГОРОВА И.Н.
**СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОБЕГАХ ЛАПЧАТКИ
 КУСТАРНИКОВОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ НА
 «АПТЕКАРСКОМ ОГОРОДЕ» КУЗБАССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО
 САДА**

¹*Кемеровский государственный медицинский университет,
 г. Кемерово*

²*Федеральный научно-исследовательский центр угля и углехимии
 СО РАН, г. Кемерово
 e-mail: n.o.egorova@mail.ru*

¹NAUMOVA A.P., ¹EGOROVA N.O., ²EGOROVA I.N.
**TANNINS CONTENT IN SPROUTS OF SHRUBBY CINQUEFOIL,
 INTRODUCED IN THE KUZBASS BOTANICAL GARDEN
 «APOTHECARY'S GARDEN»**

¹*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*
²*The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian
 Branch of the Russian Academy of Science, Kemerovo
 e-mail: n.o.egorova@mail.ru*

Аннотация: В работе представлены результаты качественного и количественного анализа дубильных веществ в побегах лапчатки прямостоячей (*Dasiphora fruticosa* L.) – курильского чая. Объектом исследования являлись побеги курильского чая, интродуцированного в КузБС ФИЦ УУХ СО РАН г. Кемерово.

Ключевые слова: лапчатка прямостоячая, курильский чай, дубильные вещества, ботанический сад, Кузбасс

Abstract: The paper presents the results of a tannins qualitative and quantitative analysis in sprouts of the shrubby cinquefoil (*Dasiphora fruticosa* L.). The study object was Kuril tea sprouts produced in the Kuzbass Botanical Garden the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Science the city of Kemerovo.

Keywords: *Potentilla fruticosa* L., Kuril tea, tannins, botanical garden, Kuzbass

Лапчатка кустарниковая (*Potentilla fruticosa* L.) или дазифора кустарниковая (*Dasiphora fruticosa* L.), или курильский чай, представитель семейства розоцветных (Rosaceae). На территории Кемеровской области – Кузбасса часто встречается в Кузнецком Алатау, изредка в Горной Шории, редко в Кузнецкой Котловине и Кия-Чулымском районе. Произрастает по берегам рек, в зарослях кустарников, по лесным лугам, в субальпийском редколесье [6]. Культивируется как декоративное и лекарственное растение.

Лапчатка кустарниковая — это раскидистый кустарник высотой до 150 см. Стебли ветвистые, покрыты тонкими волосками. Листья пальчатосложные, обычно состоят из 5-7 листочков с зубчатым краем и сверху темно-зелёного цвета, а снизу — светлее и с опушением. Лепестки цветков ярко-жёлтого или оранжевого цветов. Цветение происходит с мая по сентябрь. Плоды представляют собой многоорешки с мелкими семенами, которые распространяются ветром и животными. Корневая система лапчатки довольно мощная, что позволяет растению успешно адаптироваться к различным условиям почвы, включая бедные и каменистые участки [5,6].

Лапчатка кустарниковая обладает богатым химическим составом, который обуславливает её лечебные свойства. В её составе обнаружены флавоноиды (кверцетин, рутин и др.), гликозиды (астрагалозид), танины, органические кислоты (яблочная, винная), алкалоиды, ряд микроэлементов, включая железо, магний и кальций, а также витамины группы В и витамин С и др. [2,4,7].

Курильский чай, используется для приготовления фиточая. Широко используется в народной медицине для лечения различных заболеваний: желудочно-кишечного тракта (диареях, гастриты, энтериты), воспаления верхних дыхательных путей (бронхиты, фарингиты). Экстракты растения находят применение для лечения экземы, псориаза и других воспалительных процессов на коже. Благодаря высокому содержанию антиоксидантов, лапчатка способствует укреплению иммунной системы и повышению общей устойчивости организма к инфекциям. Хотя есть противопоказание: индивидуальная непереносимость, беременность и

лактация, заболевания почек, склонность к запорам (за счет содержания дубильных веществ) [2,4].

Лапчатка кустарниковая, является интересным объектом для изучения благодаря своим уникальным ботаническим характеристикам и разнообразному химическому составу. Широкий спектр применения этого растения в народной медицине и декоративном садоводстве делает его актуальным как для научных исследований, так и для практического использования. В настоящее время интерес к курильскому чаю неизменно растет, как со стороны ученых ботаников, так и со стороны медиков [4-7].

Исследование лапчатки кустарниковой открывает новые возможности для разработки натуральных препаратов и улучшения качества жизни людей, что подтверждает важность изучения этой интересной культуры.

Цель исследования – оценить содержание дубильных веществ в побегах курильского чая, интродуцированного на «Аптекарском огороде» КузБС ФИЦ УУХ СО РАН.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали побеги лапчатки кустарниковой, интродуцированной на «Аптекарском огороде» КузБС. Сбор сырья проводили в июле и августе 2024 года. Сушка – воздушно-теневым способом. Сырье измельчали на универсальной мельнице – VLM -6. Л. непосредственно перед проведением исследований.

Для подтверждения наличия дубильных веществ в сырье лапчатки прямостоячей использовали известные методики [1]. Для проведения качественного анализа готовили водные извлечения из побегов курильского чая. В ходе исследования были проведены качественные реакции : с желатином (наблюдали помутнее раствора); с 1 % раствором хинина гидрохлорида (выпадал аморфный осадок); с 5 % раствором калия бихромата (потемнение раствора); с раствором свинца основного углекислого (выпадал осадок); с реактивом Фолина-Дениса (наблюдали посинение раствора); с 1% раствором железоаммонийных квасцов (проявилось черно-синее окрашивание); с бромной водой (выпадение осадка желтоватого цвета); с 1% раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте (насыщенное вишнево-красное окрашивание-наличие катехинов); с разбавленной серной кислотой (выпадение осадка (гидролиз) коричневого цвета - флобафены); с раствором натрия нитрата в кислой среде (бурое окрашивание).

Количественное определение дубильных веществ проводили с помощью фармакопейной методики – перманганатометрическим титрованием [3]. Содержание суммы дубильных веществ в пересчете на танин в абсолютно сухом сырье, вычисляли в процентах по формуле, представленной ОФС 1.5.3.0008.15 [3]. Повторность анализа трехкратная. Результаты статистически обрабатывались с применением программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ с помощью качественных реакций на дубильные вещества в водных экстрактах из побегов курильского чая подтвердил наличие в них данной группы веществ, как конденсированной, так и гидролизуемой групп.

Количественное содержание дубильных веществ в побегах лапчатки показало, что оно колеблется от $19,805 \pm 0,122\%$ в июле месяце до $13,555 \pm 0,069\%$ в августе (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка содержания дубильных веществ в побегах лапчатки кустарниковой (усредненные данные, %)

№ образца	Время сбора	Дубильные вещества, %	
		«Аптекарский огород»	Республика Адыгея [4]
1	20.07.2024 г.	$19,805 \pm 0,122$	11,96–17,71
2	25.08.2024 г.	$13,555 \pm 0,069$	10,96–14,13

Как видно из данных, представленных в таблице 1, образец лапчатки, собранной в июле месяце содержит больше дубильных веществ в 1,5 раза, чем образец, собранный в августе. Данный факт объясняется тем, что июль месяц приходится на пик цветения и генеративные органы (цветки) в это время нуждаются в наибольшей защите от УФ-излучения. Цветки лапчатки становятся запасующими центрами, способными притягивать к себе соединения полифенольного характера, выполняющие защитные функции. Полученные нами данные согласуются с данными полученными М.И. Стальной, Н.О. Сичко (2019) в Республики Адыгея (таблица 1). Надо также отметить, что в климате лесостепной зоны Кемеровской области-Кузбасса (юг Западной Сибири), содержание дубильных веществ превышают содержание данных веществ, в сырье полученном в более теплом климате (Республика Адыгея). Это еще раз подтверждает физиологическую роль (защитную) дубильных веществ в жизни растений.

Выявленные закономерности в накоплении дубильных веществ в лапчатке кустарниковой имеет большое практическое значение для правильной организации заготовки сырья.

Выводы. Полученные в ходе исследования результаты подтвердили, что лапчатка кустарниковая, интродуцированная на «Аптекарском огороде» КузБС ФИЦ УУХ СО РАН, содержит в своем составе дубильные вещества, как гидролизуемой, так и конденсированной групп. Наибольшее количество дубильных веществ отмечено в июле месяце 2024 года - $19,805\%$, в фазу цветения.

Список литературы

1. Гринкевич Н. И., Сафронович Л. Н. Химический анализ лекарственных растений. – М.: Высшая школа, 1983. 176 с.
2. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 431 с.

3. ОФС 1.5.3.0008.15 Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах. Электронный ресурс: // – URL: http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia (Дата обращения 25.04.2025).

4. Стальная М.И., Сичко Н.О. Оценка накопления дубильных веществ в разновозрастном курильском чае кустарниковом, произрастающем на Северном Кавказе/ Новые технологии. 2019. № 2(48). С.244-255.

5. Триль В.М., Стальная М.И., Иващенко Т.А. Курильский чай в природе и в культуре (перспективы его использования). Майкоп: Магарин О.Г., 2008. 264 с.

6. Флора Кемеровской области / Отв. Ред. С.А.Шереметова – Новосибирск: СО РАН, 2023. С.275.

7. Berg P.A., Daniel P.T. Effects of flavonoid compounds on the immune response // Piod.Clin.Biol.Res. 1988. Vol.280. P.157-171.

НОВИКОВА М.А., ИСАЙКИНА Я.И., СТУПНИКОВА Т.В.,
ЛЯХ Е.Г., САВИЧ Ю.В.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗНЫХ ЧАСТЕЙ
ПОСЛЕРОДОВОЙ ПЛАЦЕНТЫ, ПРОДУЦИРОВАТЬ ФАКТОРЫ,
СТИМУЛИРУЮЩИЕ ПРОЛИФЕРАЦИЮ И
ДИФФЕРЕНЦИРОВКУ ГСК**

*Республиканский научно-практический центр детской онкологии,
гематологии и иммунологии, Минск, Беларусь
e-mail: mariya_novikova32@mail.ru*

NOVIKOVA M.A., ISAIKINA Y.I., STUPNIKOVA T.V., LIAKH E.H.
SAVICH Y.V.

**THE STUDY OF THE ABILITY OF MESENCHYMAL STEM
CELLS DERIVED FROM DIFFERENT PARTS OF THE FULL TERM
PLACENTA TO PRODUCE FACTORS THAT STIMULATE THE
PROLIFERATION AND DIFFERENTIATION OF HSCS**

*Belorussian Research Centre for Pediatric Oncology, Hematology and
Immunology, Minsk, Belarus
e-mail: mariya_novikova32@mail.ru*

Аннотация: Мезенхимальные стромальные клетки (МСК), присутствующие в костном мозге и находящиеся в непосредственном контакте с ГСК, являются одним из основных компонентов ниши системы кроветворения. Секреция МСК биологически активных макромолекул относится к их функциональной способности паракринной регуляции гемопоэза. МСК, полученные из разных частей плаценты способны продуцировать цитокины и ростовые факторы, поддерживающие гемопоэз, на уровне сопоставимом с уровнем секреции аналогичных факторов, продуцируемыми МСК костного мозга.

Ключевые слова: мезенхимальная стволовая клетка, кондиционная среда, послеродовая плацента, костный мозг, цитокины, поддержка гемопоэза.

Abstract: Mesenchymal stromal cells (MSCs) present in the bone marrow and in cell-to-cell contact with HSCs are one of the main components of the hematopoiesis niche. The secretion of MSCs of biologically active macromolecules refers to their functional ability of paracrine regulation of hematopoiesis. MSCs derived from different parts of the placenta are capable of producing cytokines and growth factors that support hematopoiesis at a level comparable to the level of secretion of similar factors produced by bone marrow MSCs.

Keywords: mesenchymal stem cell, conditioned medium, full term placenta, bone marrow, cytokines, hematopoiesis support.

Цель исследования. Оценка способности МСК, полученных из разных частей плаценты продуцировать цитокины и ростовые факторы, влияющих на пролиферацию и дифференцировку ГСК.

Материалы и методы исследования. МСК костного мозга (КМ-МСК) получали из проб костного мозга здоровых доноров, путем выделения моноклеарной фракции на градиенте плотности 1,077 с последующим культивированием при 37°C в CO₂ инкубаторе по стандартной методике (n=4). При достижении 70%-90% конфлюэнтного слоя клетки снимали с поверхности флакона 0,25% раствором трипсин – ЭДТА и рассаживали в новые флаконы по 1x10⁶ клеток.

Плацентарные МСК (П-МСК) получали ферментативным методом (n=20). Сектор плаценты механически обрабатывался для получения фрагментов из децидуальной оболочки, амниотической мембраны и хориона. После чего измельченные фрагменты помещали в раствор коллагеназы I на 30 минут с последующим отделением клеток путем фильтрации через 100µm нейлоновый фильтр. Полученные диссоциированные клетки высевали в культуральные флаконы в среду IMDM с 10% ЭТС и культивируют при 37°C в CO₂ инкубаторе до достижения 80% – 90% конфлюэнтного слоя. КМ-МСК и П-МСК культивировали с проведением 6-10 пассажей.

Иммунофенотипический анализ культур МСК проводили, используя набор моноклональных антител для определения CD105, CD90, CD73, CD34, CD14, CD45 и Anti-HLA-DR, меченные FITC, PE, PC7 и изотипического контроля, входящего в набор.

Кондиционную среду (КС) получали путем культивирования МСК в безсывороточной среде. Клетки П-МСК и КМ-МСК 4-10 пассажей были посажены в культуральный флакон 75см² в количестве 1x10⁶ с добавлением 10 мл среды IMDM с 10% ЭТС МСК. При достижении 90% конфлюэнтного слоя культуральную среду отбирали, после чего отмывали поверхность флакона 3 раза раствором DPBS и добавляли безсывороточную среду DMEM с последующей инкубацией при 37°C, 5% CO₂ в течение 72ч. Полученную КС собирали, центрифугировали 3000 об/мин и фильтровали через нейлоновый фильтр с порами размером 0,02 мкм для удаления клеточного дебриса и замораживали при -70 °C.

Иммуноферментный анализ (ИФА) на наличие цитокинов и ростовых факторов: SCF (stem cell factor), GM-CSF (granulocyte-macrophage colony stimulating factor), HGF (hepatocyte growth factor), IL-11, IL-6, IL-3 (interleukin- IL-11, IL-6, IL-3), SDF-1α (stromal cell-derived factor-1α) и LIF (leukemia inhibitory factor) в кондиционированной среде КМ-МСК и П-МСК проводили на иммуноферментном анализаторе Sunrise (Tecan, Австрия) с помощью наборов для определения концентрации факторов в биологическом материале (Shanghai Korain Biotech Co., Китай) в соответствии с инструкцией производителя.

Статистическую обработку данных проводили с применением программы Statistica 7.0. Использовали методы описательной статистики и непараметрический метод оценки различий между выборками U-критерий Манна-Уитни. Различия между сравниваемыми показателями считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Культуры МСК были выделены из децидуальной ткани, ворсин хориона, амниона послеродовой плаценты 7 доноров и костного мозга 4 здоровых доноров. Анализ на их соответствие минимальным критериям МСК проводили для П-МСК 4-го и 6-го пассажей и КМ-МСК 3-го пассажа. В полученных культурах МСК КМ и плаценты присутствовало 94-99% клеток положительных по маркерам CD90, CD73, CD105 и менее 2% клеток несущих маркеры гемопоэтических клеток CD45+/CD14+/CD34+, а также менее 1,1% клеток положительных по маркеру главного комплекса гистосовместимости 2 класса – HLA-DR.

КС получали при достижении 90-100% конfluence слоя МСК и времени культивирования в безсывороточной среде – 72 часа. Проведена оценка образцов КС МСК из разных частей послеродовой плаценты (децидуальной ткани, хориональной пластины и амниотической мембраны) (табл. 1).

Таблица 1 – Условия получения КС МСК в зависимости от источника

Источник МСК	Количество МСК, продуцируемых, $\times 10^6$	Жизнеспособность МСК, %	Объем КС, мл	Время в безсывороточной среде, ч.
Децидуальная ткань (n=7)	2,85±0,69	98	8±0,36	72
Хорион (n=6)	2,5±0,65	99	7,9±0,14	72
Амниотическая мембрана (n=7)	2,6±0,47	99	7,9±0,3	72
КМ (n=4)	2,71±0,25	99	8,5±0,22	72
Достоверность различий	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$

Для изучения способности МСК, выделенных из различных анатомических частей плаценты, поддерживать гемопоэз нами был проведен сравнительный анализ уровня секреции цитокинов и ростовых факторов: SCF, GM-CSF, HGF, IL-11, IL-6, IL-3, SDF-1 α и LIF в кондиционной среде, полученной при культивировании клеток. Для сравнительной оценки аналогичный спектр цитокинов был исследован в среде культивирования МСК костного мозга.

SCF, LIF относятся к цитокинам, действующим на ранние предшественники гемопоэза и способствующие их самоподдержанию, но не дифференцировке. Они поддерживают клетки, иницирующие долговременные культуры (LT-CIC) в экспериментах *in vitro*.

SCF в сочетании с IL-3, IL-6 действует синергично на ГСК ранних этапов развития, при этом стимулирует самообновление пула CD34+ стволовых клеток человека, способствует их выживанию и усиливает формирование гранулоцитарно-макрофагальных и эритроцитарных колоний. SCF интенсивно синтезируется в разных тканях плода, а в постнатальном периоде в фибробластах, эндотелиоцитах, недифференцированных стромальных клетках.

Концентрация SCF в кондиционной среде МСК, выделенных из децидуальной ткани составляла $606,09 \pm 24,66$ МЕ/мл; из хориональной пластины $533,31 \pm 26,15$ МЕ/мл; из амниотической мембраны $495,63 \pm 28,7$ МЕ/мл; из костного мозга $692,65 \pm 75,78$ МЕ/мл.

Уровень секреции IL-3 имел значения для децидуальной ткани $128,41 \pm 50,06$ пг/мл; хориональной пластины $110,66 \pm 40,76$ пг/мл; амниотической мембраны $59,94 \pm 46,8$ пг/мл; костного мозга $72,97 \pm 44,64$ пг/мл.

Мишенями IL-6, который относится к провоспалительным цитокинам, являются как ранние предшественники гемопоэза, так и клетки лимфоидного ряда. IL-6 для децидуальной ткани $13,44 \pm 3,64$ пг/мл; хориональной пластины $13,25 \pm 13,21$ пг/мл; амниотической мембраны $16,61 \pm 4,34$ пг/мл; костного мозга $13,74 \pm 1,53$ пг/мл. Hwang J.H. et al показали способность МСК, полученных из децидуальной ткани и амниотической мембраны, а также КМ-МСК продуцировать IL-6 на идентичном уровне [1].

GM-CSF действует на более зрелые предшественники гемопоэза и стимулирует дифференцировку миеломоноцитарных предшественников кроветворения, а также колоний мегакариоцитов. В присутствии GM-CSF возрастает активности и зрелых клеток миелоидного ряда: нейтрофилов, моноцитов и эозинофилов. Содержание GM-CSF в кондиционной среде МСК, выделенных из децидуальной ткани, хориональной пластины, амниотической мембраны и костного мозга составило $43,16 \pm 31,28$ пг/мл, $54,43 \pm 52,88$ пг/мл, $32,77 \pm 30,3$ пг/мл и $29,09 \pm 22,56$ пг/мл, соответственно. Abomaray F et.al получили сопоставимые результаты, концентрация GM-CSF в кондиционной среде МСК из децидуальной ткани составляла $26,5 \pm 6,43$ пг/мл [5].

IL-11, участвующий в регуляции созревания мегакариоцитов, секретировался МСК из децидуальной ткани, хориональной пластины, амниотической мембраны и костного мозга в количестве $288,01 \pm 110,87$ пг/мл, $256,56 \pm 126,28$ пг/мл, $187,91 \pm 86,99$ пг/мл и $235,92 \pm 102,4$ пг/мл.

HGF продуцируется стромальными клетками костного мозга и действует аутокринно и паракринно увеличивая рост клеток-предшественников. Концентрация HGF в кондиционной среде МСК из децидуальной ткани, хориональной пластины, амниотической мембраны и

костного мозга составляла $333,08 \pm 105,51$ пг/мл, $304,58 \pm 132,5$ пг/мл, $296,83 \pm 118,66$ пг/мл и $309,29 \pm 89,65$ пг/мл.

Статистически значимых различий в уровне секреции цитокинов SCF, IL-3, IL-6, GM-CSF, IL-11 и HGF МСК выделенных из децидуальной ткани, хориона и амниотической мембраны плаценты не наблюдалось ($p > 0,05$). При сравнении концентрации этих же цитокинов в кондиционной среде МСК плаценты и костного мозга мы также не обнаружили статистически достоверных различий ($p > 0,05$). В своем исследовании Burja V. et al также не наблюдали различий в уровне секреции HGF и IL-6, продуцируемыми плацентарными и костномозговыми МСК [4]. Однако достоверную разницу в продукции IL-6 и SCF выявили Bennstein S. et al, при этом уровень секреции IL-6 был значительно выше для КМ-МСК, в то время как секреция SCF ниже по сравнению с МСК пуповинно-плацентарного происхождения [2].

По сравнению с МСК КМ плацентарные МСК всех трех анатомических частей продуцировали достоверно более высокий уровень SDF-1 α и LIF ($p < 0,05$). Boissel L. et.al показывают также более высокий уровень секреции LIF МСК пуповинно-плацентарного комплекса, чем МСК КМ [3]. Однако Hwang J.H. et al в своем исследовании показали достоверно более высокий уровень секреции SDF-1 α МСК костного мозга, по сравнению с плацентарными МСК [5]. Bennstein S. et al в своем исследовании показали также более высокий уровень секреции SDF-1 α и LIF МСК пуповинно-плацентарного комплекса, который составлял $1051 \pm 237,6$ пг/мл и $113,7 \pm 19,35$ пг/мл по сравнению с КМ-МСК уровень которого был $873,4 \pm 148,8$ пг/мл и $23,28 \pm 20,73$ пг/мл соответственно [2].

Выводы. МСК, выделенные из децидуальной ткани, хориона и амниотической мембраны не отличаются по способности продуцировать цитокины SCF, GM-CSF, HGF, IL-3 и IL-11, уровень секреции которых сопоставим с образцами МСК костного мозга. МСК из различных анатомических частей плаценты секретируют SDF-1 α и LIF более активно, чем МСК костного мозга ($p < 0,05$).

Список литературы

1. Abomaray F.M. et al. Phenotypic and functional characterization of mesenchymal stem/multipotent stromal cells from Decidua Basalis of human term placenta. *Hindawi Publishing Corporation Stem Cells International*, 2016. Article ID 5184601, P.-18.
2. Bennstein S.B. et al. Efficient *In Vitro* Generation of IL-22-Secreting ILC3 From CD34⁺ Hematopoietic Progenitors in a Human Mesenchymal Stem Cell Niche. *Front Immunol*. 2023 Sep 22;14:1292209.
3. Boissel L. et al. Umbilical cord mesenchymal stem cells increase expansion of cord blood natural killer cells. *Biol Blood Marrow Transplant*, 2008. Sep;14(9). P. 1031–1038.

4. Burja B. et al. Human mesenchymal stromal cells from different tissues exhibit unique responses to different inflammatory stimuli. *Curr Res Transl Med*, 2020. Nov;68(4) P. 217–224.

5. Hwang J.H. et al. Comparison of cytokine expression in mesenchymal stem cells from human placenta, cord blood, and bone marrow. *J Korean Med Sci*, 2009. Aug;24(4) P. 547–554.

ПЕТРОВА П. В, ПЕТРОВА А. С.
**ТЕРАПИЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОЙ РНК: ПЕРСПЕКТИВЫ
И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ**

*Новгородский государственный университет имени Ярослава
Мудрого, г. Великий Новгород
e-mail: polina2005pv@gmail.com*

PETROVA P.V., PETROVA A.S.
**THERAPY BASED ON MESSENGER RNA: PROSPECTS AND
APPLICATION IN MEDICINE**

*The Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod
e-mail: polina2005pv@gmail.com*

Аннотация: В статье рассматриваются современные аспекты применения мРНК-терапии в медицине. Описаны принципы работы технологии, основные направления использования, включая вакцины, онкологические препараты и методы лечения генетических заболеваний. Особое внимание уделено преимуществам мРНК-терапии.

Ключевые слова: Биофармацевтика, вакцины, генная терапия, онкология, персонализированная медицина, мРНК.

Abstract: The article discusses modern aspects of the use of mRNA therapy in medicine. The principles of the technology, the main directions of use, including vaccines, oncological drugs and methods of treatment of genetic diseases are described. Special attention is paid to the advantages of mRNA therapy.

Keywords: Biopharmaceuticals, vaccines, gene therapy, oncology, personalized medicine, mRNA.

Введение. Терапия на основе матричной рибонуклеиновой кислоты (мРНК) представляет собой революционный подход в биотехнологии и биофармацевтике. Первоначально разработанная для создания вакцин, эта технология постепенно расширяет свое применение, открывая новые возможности для лечения онкологических заболеваний, редких

генетических патологий и инфекционных болезней. В данной статье рассматриваются принципы действия мРНК-терапии, ее преимущества, ограничения и перспективы развития.

Основная идея мРНК-терапии заключается в использовании синтетических молекул мРНК для доставки генетической информации в клетки организма. Попадая в цитоплазму клетки, мРНК транслируется в терапевтический белок, который выполняет необходимую биологическую функцию. Этот процесс позволяет:

- Активировать иммунную систему – механизм, использованный в вакцинах против COVID-19 (Pfizer-BioNTech и Moderna).
- Производить терапевтические белки – например, гормоны или ферменты для лечения редких генетических заболеваний.
- Модулировать экспрессию генов – перспективный метод борьбы с онкологическими заболеваниями и аутоиммунными расстройствами. [5]

Цель исследования. Основная цель данного исследования – анализ текущего состояния и перспектив развития мРНК-терапии в медицине. Рассматриваются ключевые направления применения технологии, ее преимущества перед традиционными методами лечения, а также существующие проблемы и возможные пути их решения.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования использованы данные научных публикаций, клинических исследований и отчетов ведущих биофармацевтических компаний. Применен аналитический метод для оценки эффективности мРНК-терапии, сравнительный анализ существующих технологий и перспектив их дальнейшего развития. Для определения ключевых тенденций в области мРНК-терапии проведен обзор современных исследований и патентных разработок.

Применение мРНК в медицине

Вакцины на основе мРНК

Наиболее известное применение мРНК связано с разработкой вакцин против COVID-19. Эти вакцины продемонстрировали высокую эффективность и короткие сроки производства. Принцип их работы основан на кодировании белка-шипа (S-белка) коронавируса, что стимулирует выработку иммунного ответа. В настоящее время ведутся исследования по созданию мРНК-вакцин против других вирусов, включая грипп, ВИЧ и вирус Зика. [1]

Онкологическая терапия

Технология мРНК активно развивается в сфере онкологии. Создаются персонализированные мРНК-вакцины, направленные на специфические антигены опухолевых клеток пациента. Такие вакцины могут:

- Стимулировать иммунную систему к распознаванию и уничтожению раковых клеток.

- Уменьшать вероятность рецидива заболевания.
- Повышать эффективность стандартных методов лечения, таких как химиотерапия и иммунотерапия. [3]

Лечение редких генетических заболеваний

МРНК может использоваться для кодирования белков, дефицит которых приводит к развитию генетических патологий. Например:

- Заместительная терапия при муковисцидозе (синтез дефектного белка CFTR).
- Лечение фенилкетонурии путем доставки функциональных ферментов.
- Коррекция белковых дефектов при редких наследственных заболеваниях.

Кардиологические и неврологические заболевания

Исследования показывают перспективность мРНК-терапии в лечении сердечно-сосудистых патологий, таких как инфаркт миокарда. Введение мРНК может способствовать регенерации сердечной ткани за счет стимулирования производства факторов роста. В неврологии мРНК-технологии рассматриваются как средство для лечения болезни Альцгеймера и Паркинсона. [2]

Преимущества мРНК-терапии

- Высокая скорость разработки – позволяет оперативно реагировать на новые угрозы.
- Гибкость платформы – мРНК можно модифицировать под разные цели.
- Отсутствие интеграции в геном – снижает риск мутагенеза и онкогенеза.
- Минимальные побочные эффекты – по сравнению с ДНК-терапией, так как мРНК не встраивается в геном.

Ограничения и вызовы

Несмотря на перспективность технологии, существует ряд проблем:

- Хрупкость мРНК – требует особых условий хранения и транспортировки.
- Иммуногенность – возможны нежелательные воспалительные реакции.
- Доставка в клетки – липидные наночастицы, используемые для доставки мРНК, могут иметь ограниченную биодоступность и вызывать побочные эффекты. [4]
- Высокая стоимость разработки – требует значительных инвестиций в исследования и производство.

Будущее мРНК-терапии

Биофармацевтические компании и научные центры продолжают активно развивать эту технологию. Будущие направления включают:

- Разработку универсальных вакцин против мутирующих вирусов.
- Применение мРНК для лечения аутосомно-рецессивных заболеваний.
- Улучшение технологий доставки мРНК, включая наночастицы и вирусные векторы.
- Комбинированные методы терапии, объединяющие мРНК и иммунотерапию.

Выводы. Терапия на основе мРНК открывает новые горизонты в медицине, позволяя бороться с вирусными инфекциями, раком и генетическими заболеваниями. Несмотря на существующие ограничения, технологии продолжают совершенствоваться, а их потенциал в клинической практике становится все более очевидным. Развитие мРНК-терапии является важным шагом на пути к персонализированной медицине будущего. Совершенствование методов доставки, снижение стоимости производства и разработка новых терапевтических стратегий могут привести к еще более широкому распространению мРНК-препаратов. Это позволит не только повысить доступность современных методов лечения, но и ускорить внедрение инновационных решений в медицинскую практику, способствуя увеличению продолжительности и качества жизни пациентов.

Список литературы

1. Гинцбург Л. С., Борисевич К. А. Вакцины на основе матричной РНК: научные основы и перспективы // Вопросы вирусологии. — 2021. — Т. 66, № 3. — С. 145–157.
2. Карасев А. В., Лебедев Н. А. Механизмы работы мРНК-вакцин и их значение в современной медицине // Молекулярная биология. — 2022. — Т. 56, № 2. — С. 203–219.
3. Иванов П. В., Смирнова Е. А. Перспективы применения мРНК-препаратов в лечении онкологических заболеваний // Российский онкологический журнал. — 2022. — Т. 28, № 5. — С. 87–99.
4. Петров М. Ю., Сидоренко В. А. Современные технологии доставки мРНК в клетки человека // Биотехнология. — 2023. — Т. 39, № 1. — С. 25–41.
5. Pardi N., Hogan M. J., Porter F. W., Weissman D. mRNA vaccines — a new era in vaccinology // Nature Reviews Drug Discovery. — 2018. — Vol. 17, No. 4. — P. 261–279.

ПРОСЕКОВА А.С, ГЕРАНИНА Е. В, СУСЛЯНОК Г.М.
**ЛЕВАН – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БИОПОЛИМЕР:
ПРИМЕНЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

*Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г.
Москва*

e-mail: aprosekowa@gmail.com

PROSEKOVA A.S, GERANINA E.V, SUSLYANOK G.M.
**LEVAN – MULTIFUNCTIONAL BIOPOLYMER:
APPLICATION IN BIOTECHNOLOGY**

Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), Moscow

e-mail: aprosekowa@gmail.com

Аннотация: рассматривается многофункциональный полисахарид леван, его основные физико-химические свойства, продуценты, определены перспективные направления для дальнейшего изучения левана.

Ключевые слова: леван, экзополисахарид, биотехнология, биополимер, биоразлагаемость.

Abstract: The multifunctional polysaccharide levan, its main physico-chemical properties, producers are considered, promising directions for further study of levan was identified.

Keywords: levan, exopolysaccharide, biotechnology, biopolymer, biodegradability.

Леван – один из самых уникальных соединений в области природных полимеров. Структура левана, включающая β -(2 $\rightarrow$ 6)-гликозидные связи, определяет широкий спектр физико-химических свойств, которые делают его перспективным для применения в различных областях, включая медицину, пищевую технологию, фармацевтическую и косметическую промышленности.

Целью являлось изучение особенностей левана, чтобы рассмотреть дальнейшие перспективы его исследования, тем самым расширяя области применения. Было поставлено несколько задач: рассмотреть структуру, модификации, физико-химические свойства полисахарида, применение в различных отраслях промышленности и способы получения. Рассмотрены продуценты левана, которые дают наибольший выход продукта, особенности культивирования этих микроорганизмов (*Bacillus*, *Raenibacillus polytuxa*). Определены дальнейшие направления исследований левана.

Леван – это природный полисахарид, состоящий из молекул фруктозы, соединенных β 2 $\rightarrow$ 6 гликозидными связями в основной цепи и β 2 $\rightarrow$ 1 в разветвленной части, может иметь как линейную, так и разветвленную структуру [4]. Леван содержится в некоторых растениях и

является экзополисахаридом многих микроорганизмов. Леван обладает низкой внутренней вязкостью. Обычно леваны сильно разветвлены и имеют молекулярную массу около 500.000 Да. Свойства левана зависят от штамма микроорганизма и от различия в питательных средах. Основными различиями являются: молекулярная масса, степень разветвления, стабильность, иммунногенная активность, адгезивная прочность [1]. Леван представляет собой мелкокристаллический, белый порошок, растворим в воде, нерастворим во многих органических растворителях, нетоксичен, биоразлагаем.

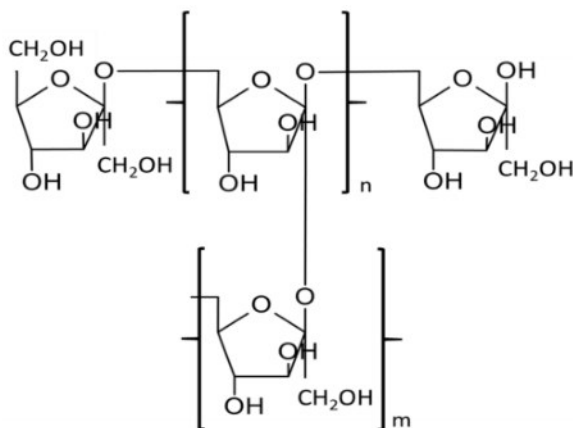


Рисунок 1 – Структурная формула левана

Биосинтез левана заключается в гидролизе сахарозы до полимера глюкозы и фруктозы, это происходит под действием фермента левансахаразы. Левансахараза катализирует перенос фруктозы с сахарозы с образованием β 2 $\rightarrow$ 6 гликозидных связей, что приводит к образованию левана. Леван усваивается (переваривается) с помощью фермента леваназы, которая расщепляет β 2 $\rightarrow$ 6 гликозидные связи с образованием фруктозы [4].

Леван может быть как растительного, так и микробного происхождения. В бактериях присутствует фермент левансахараза, которая образует β 2 $\rightarrow$ 1 гликозидные связи, что обеспечивает разветвленную структуру левана. В бактериях леван участвует в метаболизме, при синтезе внеклеточной левансахаразы она расщепляет сахарозу на глюкозу и фруктозу. Фруктоза используется для биосинтеза левана, а глюкоза участвует в метаболизме. Наиболее значимыми продуцентами являются представители родов: *Bacillus*, *Paenibacillus polymyxa*, *Zyotomonas mobilis* благодаря их наибольшей производительности по сравнению с другими продуцентами.

Например, биосинтез левана из бактерий *Bacillus* невозможен без сахарозы, так именно из неё строится молекула левана, в питательной среде должна содержаться сахароза примерно в количестве 250 г/л. Выход левана при культивировании бактерий *Bacillus* составляет около 40-55 г/л. Также стоит отметить, что фермент левансахараза синтезирует леван в виде низкомолекулярных и высокомолекулярных фракций, что влияет на

свойства левана и даёт широкий спектр его применения [3]. При культивировании бактерии *Paenibacillus polymyxa* для получения левана есть примеры использования сред с содержанием сахарозы 140 г/л, и тогда выход левана составляет 48 г/л, и при культивировании на среде с меллассой 400 г/л, выход левана составляет 68 г/л.

Леван является перспективным загустителем в пищевой промышленности, так как хорошо растворяется в воде, образуя вязкие растворы. В отличие от синтетических загустителей леван является биосовместимым, биоразлагаемым и безопасным для окружающей среды. Механизм загущения левана основан на образовании трехмерной сети полимерных цепей в водной среде. Например, леван может использоваться для повышения вязкости и стабилизации эмульсий в соусах.

Леван стимулирует рост полезных бактерий в кишечнике, действуя как пребиотик. Данный полисахарид, благодаря своей структуре с β -(2 $\rightarrow$ 6)-гликозидными связями, устойчив к расщеплению пищеварительными ферментами в желудке и тонком кишечнике. Это позволяет ему достигать толстого кишечника в неизмененном виде. В толстом кишечнике леван становится субстратом для многих видов полезных бактерий, таких как *Bifidobacteria* и *Lactobacilli*. Эти бактерии обладают ферментами, способными расщеплять β -(2 $\rightarrow$ 6)-гликозидные связи и усваивать фруктозу из левана. В процессе ферментации левана полезные бактерии производят КЖК, такие как ацетат, пропионат (они являются источником энергии для клеток кишечника, участвуют в регуляции иммунной системы). Также леван усиливает рост бактерий *Faecalibacterium prausnitzii*, продуцирующих бутират, который обладает противовоспалительными свойствами [3].

В косметологии леван применяется в кремах и лосьонах для более гладкого нанесения на кожу, в составах масок для лица создаёт гелевую структуру. Именно этот полисахарид обеспечивает длительный контакт с кожей и глубокое впитывание. В шампунях и гелях он выполняет функцию пенообразователя. Леван образует на поверхности кожи тонкую, невидимую и неокклюзивную пленку. Она укрепляет естественный защитный барьер кожи, повышая ее устойчивость к агрессивным факторам внешней среды.

Леван используется в качестве загустителя в различных сиропах от кашля, в глазных каплях для равномерного распределения активных ингредиентов. Кроме того, данное соединение стимулирует рост клеток и образование коллагена, ускоряя процесс заживления ран, язв и ожогов.

Некоторые химически модифицированные производные левана (например, сульфатированные леваны) проявляют антикоагулянтную активность через ингибирование тромбина. Они могут быть использованы для предотвращения тромбозов и лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

Одно из важных свойств левана – он способен стабилизировать белки и ферменты, защищая их от денатурации и потери активности. Это может быть полезно при разработке лекарственных средств на основе белков и ферментов. Также существуют исследования, которые подтверждают апоптотический эффект в клетках нейробластомы за счет активации каспаз. Однако необходимы ещё исследования параметров очистки, описание механизма действия левана на раковые клетки [5].

Применение в других, менее популярных областях, леван тоже находит свое применение: производство бумаги и текстиля; способен удалять тяжелые металлы из загрязненной воды и почвы. Например, созданы криогели на основе поливинилового спирта и левана, которые эффективно сорбируют ионы меди, цинка, кадмия, радиоактивные плутоний и уран [2].

Леван демонстрирует широкий спектр перспективных свойств, обусловленных его уникальной структурой и биосовместимостью. Изучение продуцентов левана и влияние сред различного состава на его биосинтез, позволит получать леван с различными характеристиками, а также получать леван в большем объеме, что крайне важно для производства. Изучение влияния левана на микробиом кожи и кишечника также представляется перспективным направлением исследований. Дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию процессов получения левана, изучение его свойств и модификаций, а также разработку новых способов применения, позволят в полной мере реализовать потенциал левана.

Список литературы

1. Малафеев А. Н. Биосинтез и модификация левана / А. Н. Малафеев, Д. А. Кадималиев, Н. В. Новокупцев // XLIX Огарёвские чтения: Материалы научной конференции : в 3 частях, Саранск, 07–13 декабря 2020 года. Том Часть 2. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2021. – С. 511-516
2. Шутова В. В., Ревин В. В., Калинкина Е. А., Сафонов А.В., Савченко А. Г., Максимов Г.В. Использование левана *Azotobacter vinelandii* в качестве компонента биосорбентов соединений тяжелых металлов и радионуклидов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2021. – №Т. 57, № 1. – С. 77-86.
3. Adamberg K, Tomson K, Talve T, Pudova K, Puurand M, Visnapuu T, Alamäe T, Adamberg S. Levan Enhances Associated Growth of Bacteroides, Escherichia, Streptococcus and Faecalibacterium in Fecal Microbiota. PLoS One. 2015 Dec 2;10(12):e0144042. doi: 10.1371/journal.pone.0144042. PMID: 26629816; PMCID: PMC4667893.
4. Domżał-Kędzia M, Ostrowska M, Lewińska A, Łukaszewicz M. Recent Developments and Applications of Microbial Levan, A Versatile

Polysaccharide-Based Biopolymer. *Molecules*. 2023 Jul 14;28(14):5407. doi: 10.3390/molecules28145407. PMID: 37513279; PMCID: PMC10384002.

5. Vieira AM, Zahed F, Crispim AC, de Souza Bento E, França RFO, Pinheiro IO, Pardo LA, Carvalho BM. Production of levan from *Bacillus subtilis* var. natto and apoptotic effect on SH-SY5Y neuroblastoma cells. *Carbohydr Polym*. 2021 Dec 1;273:118613. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118613. Epub 2021 Aug 27. PMID: 34561011.

¹ПРОКАШКО И. Ю., ¹БОРЦОВ В.Р., ¹ГЛЕМШИНА С. Д.,
¹СТОЯНОВ В.С., ²ФЕДОРОВА Д.Н., ²ЩЕГЛОВА А.В.
**РУТИННАЯ КОРОНАРОГРАФИЯ ПЕРЕД КАРОТИДНОЙ
 ЭНДАРТЕРЭКТОМИЕЙ: ТРЕХЛЕТНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

¹Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово
 e-mail: sglem-shina@yandex.ru

¹PROKASHKO I. Y., ¹BORTSOV V.R., ¹GLEMSHINA S. D.,
¹STOYANOV V.S., ²FEDOROVA D.N., ²SCHEGLOVA A.V.
**ROUTINE CORONAROGRAPHY BEFORE CAROTID
 ENDARTERECTOMY: THREE-YEAR RESULTS**

¹ Kemerovo State Medical University, Kemerovo
² Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases», Kemerovo
 e-mail: sglem-shina@yandex.ru

Аннотация: исследование оценивало частоту летальных исходов сердечно-сосудистого характера у 250 пациентов, прошедших коронарографию (КАГ) перед каротидной эндартерэктомией (КЭЭ). Через три года наблюдения летальные исходы составили 18,7%, при этом лишь треть случаев была связана с кардиальными причинами. Анализ показал, что фатальный инсульт является основным фактором смертности, подчеркивая важность предоперационного ведения и рутинной коронарной ангиографии для улучшения прогноза пациентов.

Ключевые слова: каротидная эндартерэктомия, коронарография, летальные исходы, реваскуляризация, прогноз.

Abstract: The study evaluated the incidence of cardiovascular fatalities in 250 patients who underwent coronary angiography (KAG) before carotid endarterectomy (CEE). After three years of follow-up, fatal outcomes were

18.7%, with only one-third of cases attributable to cardiac causes. The analysis showed that focal stroke is a major contributor to mortality, emphasizing the importance of preoperative management and routine coronary angiography to improve patient prognosis.

Keywords: carotid endarterectomy, coronarography, fatal outcomes revascularization, prognosis.

Цель исследования заключается в оценке частоты летальных исходов сердечно-сосудистого характера в течение трехлетнего периода наблюдения за пациентами, прошедшими рутинную коронарографию (КАГ) перед выполнением каротидной эндартерэктомии (КЭЭ).

Материал и методы исследования. В данное когортное сравнительное исследование вошли 250 пациентов в возрасте от 46 до 86 лет, которым была проведена КЭЭ в кардиохирургическом отделении НИИ КПССЗ в период с 1 января 2021 года по 31 декабря 2022 года. Перед выполнением КЭЭ у всех пациентов проводилась оценка лабораторных показателей, таких как уровень глюкозы, креатинина и липидный профиль, а также эхокардиографических параметров, включая размеры сердца, объемные характеристики и фракцию выброса левого желудочка. У всех участников исследования проводилась инвазивная оценка коронарного русла - КАГ уточнялась гемодинамическая значимость поражений коронарных артерий: обструктивные поражения ($\geq 70\%$), необструктивные поражения ($< 70\%$) и пациенты с нормальными коронарными артериями. Выбор тактики хирургического лечения на коронарных артериях перед КЭЭ осуществлялся мультидисциплинарной командой.

В процессе исследования проведено проспективное наблюдение за сформированной когортой, средняя продолжительность которого составила $3,4 \pm 0,63$ года. Для достижения необходимого уровня отклика применялись методы телефонного мониторинга и анализ данных, полученных из медицинской информационной системы. В результате удалось собрать информацию о 155 участниках, что составляет 62 % от общего числа.

На основании полученных данных в отдаленный период наблюдения исследуемая когорта была разделена на две группы: первая группа включала пациентов с благоприятным прогнозом ($n = 126$), вторая группа состояла из пациентов, умерших от сердечно-сосудистых заболеваний ($n = 29$).

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета программ StatSoft Statistica 10.0. Проверку распределения количественных данных осуществляли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Учитывая, что распределение всех количественных признаков отличалось от нормального, они представлены в виде медианы, верхний и нижний квартили (Me (Q 25; 75)). Для сравнения групп применяли критерий Крускала-Уоллеса, Манна-Уитни и χ^2 . При малом числе наблюдений использовали точный критерий Фишера с поправкой Йетса. Для решения проблемы множественных

сравнений использовали поправку Бонферрони. Уровень статистической значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика основных клинико-демографических показателей пациентов, разделенных на две группы в зависимости от прогноза после проведения КЭЭ. Средний возраст пациентов в первой группе составил 68,0 лет, в то время как во второй группе он был несколько выше – 70,0 лет, однако разница между группами не была статистически значимой ($p = 0,474$). В группе с неблагоприятным прогнозом статистически значимо больше было мужчин 82,7% против 63,5 % ($p = 0,046$), что указывает на преобладание мужчин в группе с неблагоприятным прогнозом и подтверждается многочисленными исследованиями, в которых мужчины имеют более высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с женщинами [1].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика основных клинико-анамнестических лабораторно-инструментальных показателей пациентов перед проведением КЭЭ

Показатели	I группа Благоприятный прогноз (n=126)	II группа Неблагоприятный прогноз (n=29)	p
Возраст, Ме (LQ;UQ) лет	68,0[64,0;72,0]	70,[65,0;72,0]	0,474
Мужчины (n, %)	80(63,5)	24(82,7)	0,046
Курение (n, %)	45(35,7)	11(37,9)	0,822
Стаж курения, Ме (LQ;UQ) лет	40,0[30,0;51,0]	35,5[30,0;50,0]	0,323
ИМТ, Ме (LQ;UQ) кг/см ²	28,5[24,6;32,4]	27,8[22,9;31,8]	0,639
ПИКС в анамнезе (n, %)	55(43,7)	13(44,8)	0,882
АГ в анамнезе (n, %)	109(86,5)	23(88,5)	0,199
ИБС в анамнезе (n, %)	83(65,9)	17(58,6)	0,461
ОНМК в анамнезе (n, %)	40(31,7)	18(62,1)	0,008
СД в анамнезе (n, %)	23(18,3)	6(20,7)	0,776
ЧТКА в анамнезе (n, %)	29(23,0)	6(20,7)	0,787
КИШ в анамнезе (n, %)	24(19,1)	3(10,3)	0,61
Основные лабораторные данные			
Общий ХС, Ме (LQ;UQ) ммоль/л	3,9[3,55;4,7]	4,8[4,5;5,5]	0,280
ХС ЛПВП, Ме (LQ;UQ) ммоль/л	1,06[0,98;1,6]	0,85[0,8;1,8]	0,445
ХС ЛПНП, Ме (LQ;UQ) ммоль/л	1,9[1,7;2,4]	2,6[1,7;3,8]	0,427
ТГ, Ме (LQ;UQ) ммоль/л	1,4[1,3;1,7]	1,3[1,30;1,8]	0,531
Креатинин, Ме (LQ;UQ) мкмоль/л	80,0[69,0;97,0]	86,5[79,5;104,0]	0,146
Глюкоза, Ме (LQ;UQ) ммоль/л	6,5[5,8;7,3]	6,6[5,7;7,5]	0,855
Основные эхокардиографические показатели			
Ао, Ме (LQ;UQ) см	3,5[3,4;3,7]	3,6[3,4;3,7]	0,978
КДР, Ме (LQ;UQ) см	5,2[4,9;5,6]	5,4[5,0;6,0]	0,09
КСР, Ме (LQ;UQ) см	3,4[3,1;3,8]	3,7[3,2;4,4]	0,01
КДО, Ме (LQ;UQ) мл	118,5[105,0;147,0]	130,0[118,0;147,0]	0,163
КСО, Ме (LQ;UQ) мл	44,0[38,0;58,0]	52,5[41,0;79,0]	0,05
ЛП, Ме (LQ;UQ) см	4,3[4,0;4,7]	4,30[4,1;4,7]	0,924
ФВЛЖ, Ме (LQ;UQ) %	63,0[58,0;65,0]	61,0[50,0;63,0]	0,025

МЖПд, ME (LQ;UQ) см	1,2[1,0;1,3]	1,2[1,0;1,4]	0,418
ЗСЛЖд, ME(LQ;UQ) см	1,1[1,0;1,3]	1,2[1,0;1,3]	0,561
ПЖ, ME(LQ;UQ) см	2,0[1,8;2,1]	2,0[1,9;2,0]	0,851
ДЛА ср., ME(LQ;UQ мм.рт.ст.	28,0[23,0;32,0]	22,0[14,0;29,0]	0,04
Тяжесть поражения коронарных артерий			
Обструктивные $\geq 70\%$, (n, %)	81(64,3)	22(75,9)	0,254
Не обструктивные КА $< 70\%$ (n, %)	27(21,6)	4(13,8)	0,344
Чистые (n, %)	17(13,5)	3(10,3)	0,638

Примечание: ИМТ - индекс массы тела, АГ - артериальная гипертензия, ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, СД - сахарный диабет, КШ - коронарное шунтирование, ЧКВ - чрескожное коронарное вмешательство, ОНМК - острое нарушение мозгового кровообращения, КЭЭ - каротидная эндортерэктомия, ХИГМ – хроническая ишемия головного мозга, ХС – холестерин, ЛПНП - липопротеины низкой плотности, ЛПВП - липопротеины высокой плотности, ТГ – триглицериды, Ао – аорта; ЛП – диаметр левого предсердия; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; МЖПд – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу; ЗСЛЖд – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу; ДЛА – давление в легочной артерии.

Доля курящих пациентов в обеих группах составила почти 40%, что свидетельствует о высоком уровне курения среди обследованных. Средний стаж курения был значительным и составил около 40 лет, при этом разница между группами не достигла статистической значимости ($p > 0,05$). Антропометрические параметры не показали статистически значимых различий между группами. Лабораторные показатели, также не имели статистически значимых различий между группами пациентов с благоприятным и неблагоприятным прогнозом перед проведением КЭЭ.

Анализ эхокардиографических показателей показал, что размер и фракция выброса левого желудочка продемонстрировали статистически значимые различия ($p = 0,01$ и $p = 0,025$ соответственно), что может указывать на более выраженные изменения в сердечной функции у пациентов с неблагоприятным прогнозом. Давление в легочной артерии также показало значительное различие ($p = 0,04$).

По данным анамнеза, артериальная гипертензия была зарегистрирована у 86,5% первой группы и 88,5% второй группы ($p = 0,199$). Сахарный диабет (СД) был зарегистрирован у 18,3% первой группы и 20,7% второй ($p = 0,776$).

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) в анамнезе наблюдалось у 31,7% пациентов первой группы и 62,1% пациентов второй группы, что является статистически значимым ($p = 0,008$). Данная разница в частоте ОНМК может существенно влиять на смертность через три года после КЭЭ. Согласно литературным данным, наличие ОНМК в анамнезе ассоциируется с повышенным риском повторных инсультов и других кардиоваскулярных событий, что может привести к увеличению смертности

[2]. Пациенты с ОНМК, как правило, имеют более тяжелую клиническую картину и сопутствующие патологии, что также может способствовать ухудшению прогноза. Таким образом, высокая частота ОНМК во второй группе может указывать на более высокий риск смертности в этой категории пациентов через три года после вмешательства.

В то же время высокий процент реваскуляризации миокарда в анамнезе (42,0% в первой группе и 31% во второй; $p = 0,787$), может говорить о более активном подходе к лечению у пациентов перед КЭЭ, заключающийся в выявление таких пациентов с помощью рутинной КАГ и определением тактики превентивной реваскуляризации, что потенциально могло повлиять на их выживаемость [3,4]. Эти результаты подтверждаются данными КАГ. Среди пациентов, прошедших КЭЭ, не наблюдается значительных различий в тяжести поражения коронарных артерий между группами с благоприятным и неблагоприятным прогнозом.

При детальном анализе структуры летальных исходов в трехлетнем периоде наблюдения после перенесенной КЭЭ было установлено, что почти 70% случаев смерти произошло в результате фатального ОНМК. В то же время причиной смерти из-за ИБС или фатального ИМ явились лишь 30% случаев.

Таблица 2 – Структура летальных исходов в трехлетнем периоде наблюдения после КЭЭ (n=29)

Показатели	n	%
ОНМК (n, %)	20	69
ИБС или ИМ (n, %)	9	31

Выводы. Анализ данных продемонстрировал высокую частоту летальных сердечно-сосудистых исходов в течение трех лет после проведения КЭЭ, составившую 18,7%. Тем временем, кардиальная причина смерти была зарегистрирована лишь у одной трети пациентов. Данный факт может свидетельствовать о правильном подходе к предоперационному ведению пациентов, включая рутинное выполнение КАГ перед КЭЭ, а также о возможности проведения превентивной реваскуляризации в случае выявления значительных коронарных поражений.

Список литературы

1. Шаповалова Э.Б., Максимов С.А., Артамонова Г.В. Половые и гендерные различия сердечно-сосудистого риска. Российский кардиологический журнал. 2019;(4):99-104. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-4-99-104>
2. Berghout BP, Bos D, Koudstaal PJ, Ikram MA, Ikram MK. Risk of recurrent stroke in Rotterdam between 1990 and 2020: a population-based cohort

study. Lancet Reg Health Eur. 2023 May 16;30:100651. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100651. PMID: 37228392; PMCID: PMC10205482.

3. Сумин АН, Безденежных АВ, Евдокимов ДО, Корок ЕВ, Иванов СВ, Моисеенков ГВ, Барбараш ОЛ, Барбараш ЛС. Коронарография в оценке риска развития сердечно-сосудистых осложнений при операциях на некоронарных сосудистых бассейнах: взгляд кардиолога. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2010;3(5):4-11

4. Illuminati G, Ricco JB, Greco C, Mangieri E, Calio' F, Ceccanei G, Pacilè MA, Schiariti M, Tanzilli G, Barilla F, Paravati V, Mazzei G, Miraldi F, Tritapepe L. Systematic preoperative coronary angiography and stenting improves postoperative results of carotid endarterectomy in patients with asymptomatic coronary artery disease: a randomised controlled trial. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery. 2010;39(2):139-45. DOI: 10.1016/j.ejvs.2009.11.015

**РАССОМАХИН М.В., КОНЕВ В.Е., КОКОРИНА П.В.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ДЕРЕЦЕПЦИИ
МЕЖПОЗВОНОЧНОГО ДИСКА
В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

*Научный руководитель – к.э.н., доцент В. Б. Батиевская
Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: chelovekfromsea@gmail.com*

**RASSOMAKHIN M.V., KONEV V.E., KOKORINA P.V.
ECONOMIC AND PRACTICAL BENEFITS OF INTERVERTEBRAL
DISC CONTRACEPTION IN THE HEALTHCARE SYSTEM**
*Scientific supervisor – Ph. D. in Economics, Associate Professor V. Batievskaya
Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: chelovekfromsea@gmail.com*

Аннотация: В данной работе представлено обоснование преимущества современного метода дерецепции межпозвоночных дисков перед более известными и распространенными методами лечения заболеваний позвоночника. Преимущества заключаются в более значимом облегчении болевого синдрома, в улучшении качества жизни пациента и в минимизации количества послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: здравоохранение, нейрохирургия, радиочастотная денервация, межпозвоночный диск, холодноплазменная нуклеопластика.

Abstract: This paper provides a justification for the advantages of the modern method of intervertebral disc dereception over the more well-known and widespread methods of treating spinal diseases. The advantages are greater pain relief, improved patient quality of life, and minimization of postoperative complications.

Keywords: healthcare, neurosurgery, radiofrequency denervation, intervertebral disc, cold plasma nucleoplasty.

Актуальность темы работы заключается в необходимости поиска наиболее эффективных методов помощи пациентам с заболеваниями позвоночника различной этиологии.

Материалы и методы исследования. Был проведен анализ контента официальных сайтов ведущих столичных клиник: ООО Медицинский центр «Столица» [1], медицинского центра в Коломенском (ЗАО «МЦК») [2], SL-клиники (на базе АО «Медицина», «Медси», Медицинская клиника «Накфф», ГУТА КЛИНИК) [3]. Так же был проведен анализ деятельности нейрохирургических отделений Новокузнецкой городской клинической больницы N29 им. А.А. Луцка [4]. Математическая обработка полученных данных проводилась в среде MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Нейрохирурги зачастую отказывают в операциях многим пациентам, с такими диагнозами как: фасеточный синдром, радикулопатия, нейропатические боли, дисфункции крестцово-подвздошного сустава, невралгии тройничного нерва, межреберной невралгии, невралгия большого затылочного нерва, межпозвонковые грыжи и протрузии, кокцигодия, боль в шее, боль в грудном отделе позвоночника, боль в пояснице ввиду того, что патология слишком маленькая для полостной операции.

Неврологи и невропатологи лечат эти заболевания поверхностными блокадами мышц, нестероидными противовоспалительными препаратами, что является недостаточно эффективным, в итоге мы приходим к дерецепциям (радиочастотной денервации) и холодноплазменной нуклеопластике.

Механизм действия метода радиочастотной денервации (РЧД) основан на дозированном термическом воздействии на нерв, что приводит к остановке проведения по нему болевых импульсов. Механизм холодноплазменной нуклеопластики в свою очередь заключается в введении в центр межпозвоночного диска микроэлектрода-иглы под рентген-контролем, и обработке последнего «холодной плазмой». Оба метода имеют характер не полостных, малоинвазивных операций, и направлены на устранение болевых симптомов спины, поясницы и шеи.

Новокузнецкой городской клинической больницы N29 им. А.А. Луцка стоимость операций радиочастотной денервации фасеточных (дугоотросчатых) суставов позвоночника 1 катетер - 27 900 рублей, 2

катетера - 38 900 рублей, 3 катера - 57 800 рублей. Радиочастотная дерцепция фасеточного сустава (РЧД медиальной веточки задней ветви спинномозгового нерва (РЧД medial BrAnch)) на поясничном или грудном уровне 1 игла - 23 980 рублей, 3 иглы - 67 980 рублей, 4 иглы - 81 100 рублей. Декомпрессионная холодноплазменная нуклеопластика одного уровня позвоночника под лучевым контролем 1 категории сложности – 92 610 рублей, 2 категории сложности – 102 270 рублей, 3 категории сложности – 112 140 рублей.

Выводы. Метод дерцепции межпозвоночных дисков имеет существенные преимущества перед более известными и распространенными методами лечения заболеваний позвоночника. Эти преимущества заключаются в более значимом облегчении болевого синдрома, в улучшении качества жизни пациента и в минимизации количества послеоперационных осложнений. Если в клиниках столичного региона подобный вид помощи широко распространен, то в Сибири (например, в Кемеровской области) к таким манипуляциям прибегают в ограниченном числе клиник.

Список литературы

1. Официальный сайт ООО Медицинский центр «Столица». Режим доступа URL: <https://stomed.ru/operations/neiroxirurgiya/2178-radiocastotnaya-destrukciya> (дата обращения 25.04.2025).
2. Официальный сайт медицинского центра в Коломенском (ЗАО «МЦК»). Режим доступа URL: <https://www.mckolomen.ru/meditsinskiy-tsentr-v-kolomenskom/statsionar/tsentr-innovatsionnoy-khirurgii-pozvonochnika-nukleoplastika/> (дата обращения 05.05.2025).
3. Официальный сайт SL-клиники (на базе АО «Медицина», «Медси», Медицинская клиника «Накфф», ГУТА КЛИНИК). Режим доступа URL: <https://spinelife.ru/radiocastotnaya-ablyaciya-pozvonochnika/> (дата обращения 03.05.2025).
4. Официальный сайт Новокузнецкой городской клинической больницы N29 им. А.А. Луцка. Режим доступа URL: <https://29gkb.ru/about/branches/surgical/neurosurgical2/majorservices> (дата обращения 05.05.2025).

РЫБЧИНСКАЯ Э.Е., СОРОКИНА У. Е.
**РАЗРАБОТКА КРИОПРОТЕКТОРА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КЛЕТОК
IN VITRO**

ФГАОУ Северо-Кавказский Федеральный университет, г. Ставрополь
e-mail: rybchinskaya_elvira@mail.ru, ulianasorokina100920@gmail.com

RYBCHINSKAYA E.E., SOROKINA Y.E.
**DEVELOPMENT OF A CRYOPROTECTOR FOR CELL
PRESERVATION IN VITRO**

North-Caucasus Federal University, Stavropol
e-mail: rybchinskaya_elvira@mail.ru, ulianasorokina100920@gmail.com

Аннотация: Для сохранения живых систем в условиях низких температур применяют защитные вещества — криопротекторы. На сегодняшний день метод криоконсервации разных видов биоматериала является весьма актуальным. Длительное сохранение жизнеспособности образцов позволяет решать ряд проблем в различных областях биологии, медицины, трансплантологии и др.

Ключевые слова: криоконсервация, криопротектор, заморозка, форменные элементы клеток крови,

Abstract: Cryoprotectants are used to preserve living systems at low temperatures. Today, the cryopreservation method of various types of biomaterials is very relevant. Long-term preservation of the viability of samples allows solving a number of problems in various fields of biology, medicine, transplantology, etc.

Keywords: Cryopreservation, cryoprotector, freezing, shaped elements of blood cells

Цель исследования. Оценка морфофункциональных особенностей цельной крови в комбинированном криоконсерванте с учетом воздействия субумеренно и умеренно низких температур.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужила венозная кровь, взятая в утренние часы из локтевой вены. В качестве методов исследования использовали: метод автоматического гематологического анализа, компьютерная цитоморфометрия клеток крови.

Результаты и их обсуждение. В ходе экспериментальной работы был подобран оптимальный состав модельного криоконсерванта: глицерин — 25%, ДМСО — 10%, лактулоза — 2,5%, вода для инъекций 62,95%, соли хлорида натрия и натрия фосфата двузамещенного до 100%.

В результате исследования лейкоцитарные, тромбоцитарные и эритроцитарные показатели ОАК и показатели цитометрии лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов демонстрируют тенденцию к снижению по всем показателям, однако полученные значения

укладываются в пределы допустимых изменений характеристик форменных элементов.

Установлено, что показатели клеток крови человека, полученные в группе с применением криоконсервирующей добавки с лактулозой при воздействии отрицательных температур $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ лежат в пределах допустимых значений и применимы для выполнения различных исследований в клиничко-диагностических лабораториях.

Выводы. Впервые был применен дисахарид лактулоза в составе эффективного компонента криоконсервирующей смеси для сохранения форменных элементов крови в условиях низких температур. Разработанный криоконсервант является нетоксичным, эффективным, доступным для широкого использования, что позволяет расширить спектр применяемых криоконсервантов в условиях чрезвычайных ситуаций, при ликвидации последствий аварий техногенного происхождения, террористических актов, вооруженных конфликтов, хранения биоматериала в длительных экспедициях.

Список литературы

1. Бильданова Л.Л., Салина Е.А., Шумный В.К. Основные свойства и особенности эволюции антифризных белков // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – С. 250–270.
2. Заикина Е.В., Гончарова А.С., Позднякова В.В., Пандова О.В., Пржедецкий Ю.В. и др. Обзор современных методов криоконсервации различных видов биологического материала // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4.
3. Кирьянова Г.Ю., Волкова С.Д., Касьянов А.Д., Гришина Г. В., Голованова И. С. и др. Криоконсервирование эритроцитов при температурах $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ // Вестник Международной академии холода. – 2017. – № 1. – С. 72-78.
4. Костяев А.А., Мартусевич А.К., Андреев А.А. Токсичность криопротекторов и криоконсервантов на их основе для компонентов крови и костного мозга (обзорная статья) // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2016. – № 6. – С. 54-74.
5. Рябцева С.А. Получение и применение лактулозы / С.А. Рябцева // Переработка молока. – 2007. – № 8. – С. 32–35.

САВИЧ Ю.В., ИСАЙКИНА Я.И., ЛЯХ Е.Г., НОВИКОВА М.А.,
ЖЕРНОСЕЧЕНКО А.А.

**ПЕРВИЧНАЯ КУЛЬТУРА МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ
КЛЕТОК ИЗ ЭКСПЛАНТОВ ПЛАЦЕНТЫ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ
КРИОКОНСЕРВАЦИИ**

*Республиканский научно-практический центр детской онкологии,
гематологии и иммунологии, д. Боровляны, Республика Беларусь
e-mail: labkbc@oncology.by*

SAVICH Y.V., ISAIKINA YA.I., LIAKH E.G., NOVIKOVA M.A.,
ZHERNASECHANKA H.A.

**THE PRIMARY CULTURE OF MESENCHYMAL STEM CELLS FROM
THE HUMAN PLACENTA EXPLANTS AFTER CRYOPRESERVATION**

*Belarusian Research Center for Pediatric Oncology, Hematology and
Immunology, Borovlyany, Belarus
e-mail: labkbc@oncology.by*

Аннотация: Экспланты плаценты человека после криогенного хранения являются альтернативным и уникальным источником получения мезенхимальных стволовых клеток (МСК). Актуальным является исследовать влияние длительного криогенного хранения эксплантов, полученных из разных частей плаценты человека. В статье приведены результаты возможности получения и пролиферации культуры МСК из эксплантов плаценты после криоконсервирования.

Ключевые слова: плацента, экспланты плаценты, децидуальная оболочка, амниотической оболочки, ворсины хориона, криозамораживание, мезенхимальные стволовые клетки.

Abstract: The human placenta explants are an alternative and unique source of mesenchymal stem cell (MSCs) after cryopreservation. The effects of long-term cryogenic storage of explants from various parts of the human placenta was investigated. In this study, we evaluated the proliferative capacity of MSCs culture from the placenta explants after cryopreservation.

Keywords: placenta, placenta explants, decidual tissue, amniotic membrane, chorionic tissue, cryopreservation, mesenchymal stem cell.

Цель исследования. Оценить возможность получения первичной культуры МСК *in vitro* из различных частей плацентарной ткани человека после длительного криогенного хранения при сверхнизкой температуре для последующего создания биомедицинского клеточного продукта (БМКП).

Материалы и методы исследования. Биологический материал был получен от доноров-рожениц с подписанным информационным согласием на сбор и обработку плаценты.

Технология получения эксплантов из плаценты заключается в изоляции каждого анатомического слоя, измельчении, помещения в криопротекторную среду и криоконсервации. Каждая донорская плацента была изолирована на материнскую часть - децидуальная оболочка (Дц) и плодную - амниотическая оболочка (Ам) и ворсины хориона (Х). Экспланты замораживали в криовиалах с использованием диметилсульфоксида (ДМСО, Carl Roth, Германия) в качестве криопротектора с конечной концентрацией 10%. Образцы были помещены в программируемый замораживатель биологического материала IceCube 1810 (Sy-Lab, Австрия) и заморожены по программе с постепенным снижением температуры. После программы замораживания криовиалы с эксплантами поместили в криохранилище серии MVE TEC (Chart Industries Inc, США) на криогенное хранение при температуре -196°C.

После продолжительного криохранения эксплантов плацентарной ткани производили разморозку биологического материала на водяной бане (Jouan ISO 9001, Франция) при температуре 37°C, затем отмывали в питательной среде RPMI (Capricorn Scientific, Germany) с добавлением 10% FBS (LT Biotech, Литва) и переносили в культуральные адгезионные флаконы.

Экспланты плацентарной ткани инкубировали в стандартных условиях при температуре 37°C во влажной атмосфере 5% CO₂ в полной питательной среде IMDM (LT Biotech, Литва) с добавлением 10% FBS MSC (Gibco, США). Производили смену среды до появления больших плотных колоний первичной культуры, затем экспланты смывали, а МСК продолжали культивировать в полной питательной среде. Клетки снимали с поверхности флакона 0,25% раствором трипсин – ЭДТА (Capricorn Scientific, Германия), отмывали в физиологическом растворе и проводили пассаж. В процессе культивирования контролировали стерильность эксплантов, оценивали морфологию клеток, определяли пролиферативную активность и жизнеспособность клеточной культуры, которая должна соответствовать критериям МСК [1].

Результаты и их обсуждение. Полученная *in vitro* культура МСК подтверждает способность эксплантов плацентарной ткани человека после длительного криогенного хранения в сверхнизких температурах выделять первичную культуру МСК (рисунок 1) для последующего создания БМКП МСК по первому требованию.

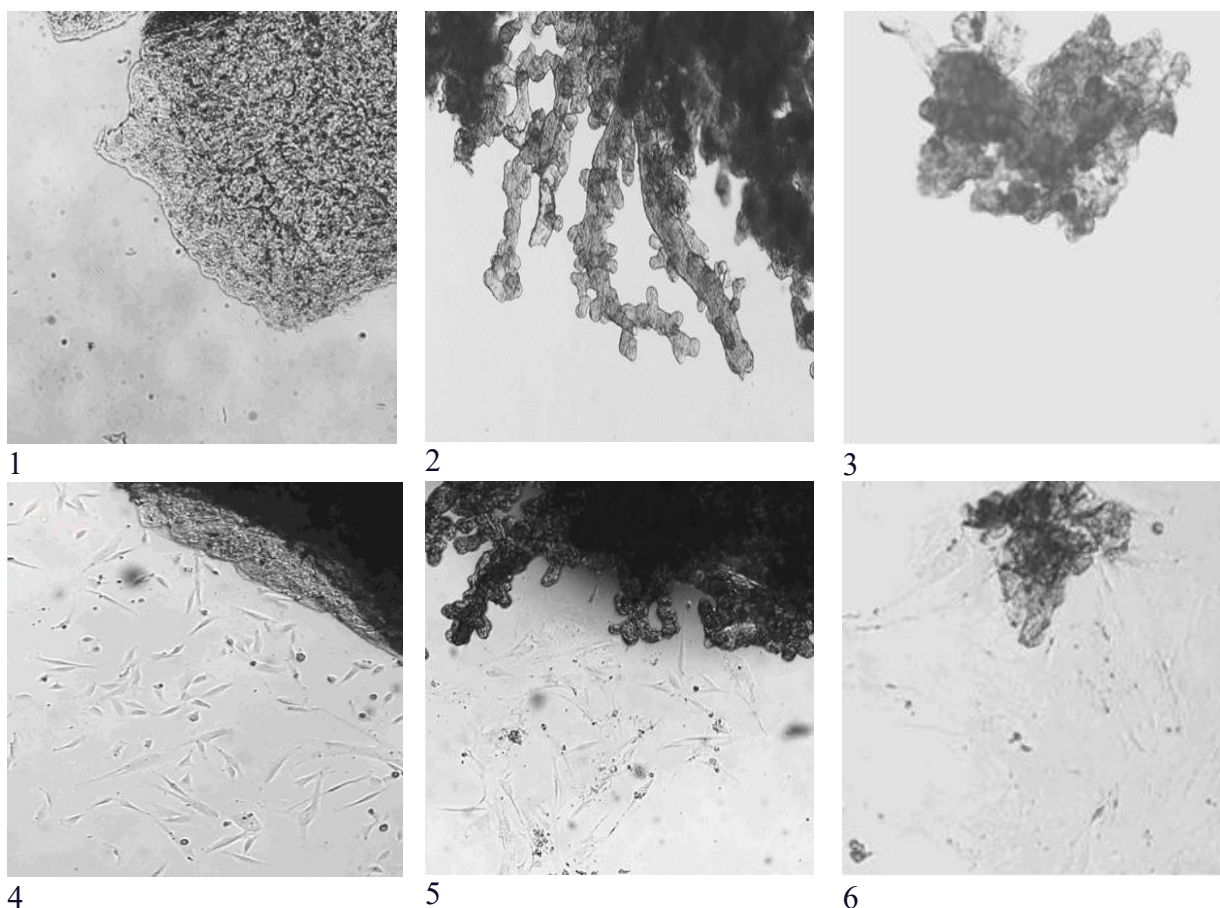


Рисунок 1 - Морфология эксплантов плацентарной ткани и первичной культуры МСК
 1 - амниотическая оболочка (Ам), 2-ой день культивирования; 2 - децидуальная оболочка (Дц), 2-ой день культивирования; 3 - ворсины хорион (Х), 2-ой день культивирования; 4 - первичная культура Ам-МСК, 14-ый день культивирования; 5 - первичная культура Дц-МСК, 14-ый день культивирования; 6 - первичная культура Х-МСК, 14-ый день культивирования

МСК были получены из размороженных эксплантов тканей плаценты: децидуальной оболочки (Дц-МСК, $n=3$), амниотической оболочки (Ам-МСК, $n=3$) и ворсин хориона (Х-МСК, $n=3$), находящихся на криогенном хранении от 2-х до 6-ти лет.

Проанализирована способность каждого вида ткани выделять МСК: Дц-МСК появились на 12 ± 2 сутки, Ам-МСК на 13 ± 1 сутки, Х-МСК 9 ± 3 сутки. Была проведена оценка влияния кратности смен полной питательной среды от момента помещения ткани во флакон до проведения первого пассажирования первичной культуры МСК (рисунок 2). Полученные данные свидетельствовали, что кратность смен полной питательной среды не зависит на скорость появления первых колоний МСК и количество ядродержащих клеток (ЯСК) первого пассажа (Табл.1). Жизнеспособность клеток (ЖСП) каждой ткани более 90%, что соответствует критериям. Стерильность биологического материала

подтверждалось на каждом этапе исследования (криоконсервирование, разморозка, экспансия).

Таблица 1 – Количественный анализ получения первичной культуры МСК из разных частей плаценты человека

Тип МСК	n	Кол-во смен среды	Сутки			ЯСК _{ср} первого пассажи-рования, $\times 10^8$	ЖСП ЯСК _{ср} , %	Стериль-ность материала на всех этапах
			Первые МСК	Смывка эксплантов ткани	1 пассаж МСК			
Дц-МСК	3	13 $\pm$ 1	12 $\pm$ 2	28,6 $\pm$ 1,5	33,6 $\pm$ 1,5	5,8	92	стерильно
Ам-МСК	3	8,3 $\pm$ 2,3	13 $\pm$ 1	28 $\pm$ 1,7	35,6 $\pm$ 4,5	6,5	94	стерильно
Х-МСК	3	9 $\pm$ 2,6	9,3 $\pm$ 3	25 $\pm$ 3,6	29,3 $\pm$ 5,7	5,3	95	стерильно

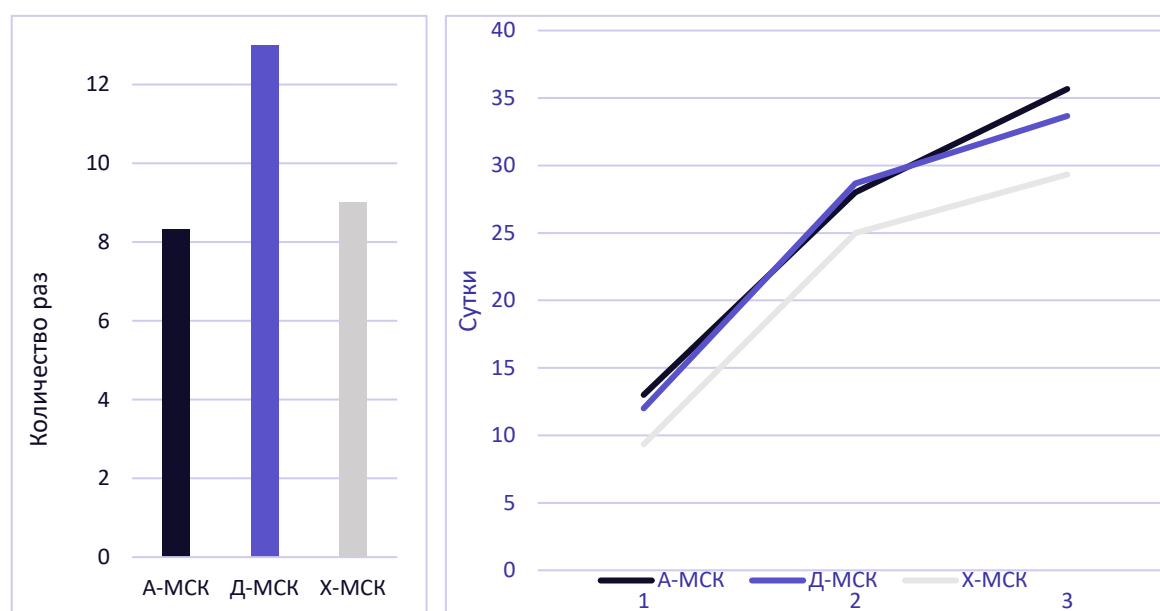


Рисунок 2 – Анализ получения первичной культуры МСК

А – количество смен среды разных частей плацентарной ткани от момента помещения ткани во флакон до проведения первого пассажирования первичной культуры МСК; Б – экспансия МСК по суткам разных частей плацентарной ткани:

1 – первые единичные МСК, 2 – смывка эксплантов, 3 – первый пассаж.

Вывод. Плацента человека является молодым и альтернативным источником получения высокодозного БМКП МСК с высоким пролиферативным потенциалом за менее коротких срок культивирования *in vitro* [2]. Биотехнология создания эксплантов плацентарной ткани человека для применения в медицинских целях формируется на процессе криоконсервирования.

Полученные нами первичные культуры МСК, выделенные из разных тканей плаценты человека, подтверждают возможность получения МСК из

ткани после криохранения. Криоконсервация ткани плаценты сможет обеспечить страховку получения МСК в случае возникновения в будущем необходимости в клеточной терапии и трансплантологии как для самого ребенка, так и получения донорского трансплантата.

Список литературы

1. Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement / M. Dominici [et al.] // *Cytotherapy*. – 2006. – Vol. 8, № 4. – P. 315–317
2. Mesenchymal Stem Cells from Wharton's Jelly and Amniotic Fluid / Joerger-Messerli MS, Marx C, Oppliger B [et al.] // *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. – 2016 Feb. – Vol. 31. – P. 30-44. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2015.07.006

¹СЕРГУН В.П., ²АГЕЕНКО Д.Д., ³ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ГЛУТАТИОНА ЭРИТРОЦИТОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ

¹ Компания «Биолит»

² Кемеровский государственный университет

³ Кемеровский государственный медицинский университет Минздрав РФ
e-mail: pvm1947@bk.ru

¹SERGUN V.P., ²AGEENKO D.D., ³POZNYAKOVSKY V.M. SPECIALIZED PRODUCTS IN ENSURING THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF ERYTHROCYTE GLUTATHIONE AS AN INDICATOR OF THE STATE OF ANTIOXIDANT PROTECTION

¹ Biolit Company

² Kemerovo State University

³ Kemerovo State Medical University Ministry of Health of the Russian
Federation
e-mail: pvm1947@bk.ru

Аннотация: представлены результаты клинических исследований трех биоконплексов в форме БАД – «Токсидонт-май», «Панбиол 2» и «Гепатобиол». Обоснован их рецептурный состав, определяющий функциональные свойства в отношении антиоксидантной защиты организма. В качестве индикаторного показателя использовано функциональное состояние глутатиона эритроцитов.

Ключевые слова: биологически активные комплексы, эффективность, антиоксидантная защита, глутатион эритроцитов, индикаторный показатель.

Abstract: the results of clinical studies of three biocomplexes in the form of dietary supplements – «Toxidont-mai», «Panbiol 2» and «Hepatobiol» are presented. Their prescription composition is justified, which determines the functional properties in relation to the antioxidant protection of the body. The functional state of erythrocyte glutathione was used as an indicator indicator.

Keywords: biologically active complexes, effectiveness, antioxidant protection, erythrocyte glutathione, indicator indicator.

Цель исследования. Изучить эффективность специализированных продуктов в отношении антиоксидантной² защиты организма.

Материалами исследования являлась кровь пациентов. В качестве показателя антиоксидантной защиты организма использован метод функционального состояния глутатиона эритроцитов.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведены клинические испытания трех биоконплексов, зарегистрированных в форме БАД:

«Токсидонт-май» - экстракт корня лопуха, содержащий олисахарид инулин (до 45 %), протеин (до 12,5 %), эфирное бардановое масло (до 0,17 %), дубильные вещества, горечи, пальмитиновую и стеариновую кислоты, ситостерин, стигмастерин, фитостерин, аспарагин, слизи, смолы [4].

«Пантобиол 2» - в состав входят гидроксипатит кальция, порошок пантов марала, сухой экстракт травы клевера лугового, эсобел, (водорастворимый концентрированный сухой экстракт высокоминерализованных иловосульфидных отложений сибирских озер), аскорбиновая кислота [2-3].

«Гепатобиол» - включает измельченные семена расторопши и экстракт травы овса. Характеризуется гепатопротективным, антиоксидантным, иммуномодулирующим, антиатеросклеротическим, противовоспалительным, заживляющим и обезболивающим действием [1].

Качественную оценку состояния системы глутатиона проводили по изучению динамики изменения уровней сульфгидрильных групп и липопротеинового комплекса в эритроцитах – клетках с наиболее высокой потребностью адекватного функционирования антиоксидантных механизмов. Количественное определение сульфгидрильных групп и липопротеинового комплекса в эритроцитах периферической крови исследовали методом цитофотометрии. Для выявления SH-групп мазки крови окрашивали по методу Chevremont, Frederick. Липопротеиновый комплекс в эритроцитах периферической крови выявляли по методу Barenbaum. Измерение оптической плотности проводили на цитофотометре методом одноволнового фотометрирования. На основании полученных данных

рассчитывали концентрацию изучаемых субстратов на единицу клеточной поверхности в условных единицах оптической плотности, строили эритрограммы и определяли средние значения показателей в каждой группе обследованных.

Дана качественная характеристика морфофункционального состояния эритронов у пациентов, принимающих БАД. При их назначении выявлено достоверное ($p < 0,05$) повышение концентраций в эритроцитах сульфгидрильных групп и липопротеинов. Исследуемые показатели достигали величин оптимального функционирования антиоксидантных систем организма через 6 недель курсового приема продуктов в параллельных группах. Таким образом, показато «Токсидонт май» и «Пантобиол 2» нормализует цитохимическую характеристику мембран эритроцитов, что определяет устойчивость клеток к негативному влиянию гипоксии и повышает их газотранспортную функцию (табл. 1).

Таблица 1 – Цитохимические показатели функционального состояния антиоксидантных систем (глутатиона) эритроцитов у пациентов в зависимости от метода терапии (прием БАД)

	До лечения	Через 12 недель приема БАД	Контроль (без терапии)
Сульфгидрильные группы, усл. ед.			
«Токсидонт май» «Пантобиол 2»	0,212±0,06	0,471±0,06*#	0,218±0,13 усл.ед.
«Гепатобиол»	0,216±0,06	0,422±0,02*#	
	0,218±0,02	0,371±0,07*#	
Липопротеиновый комплекс, усл. ед.			
«Токсидонт май» «Пантобиол 2»	0,538±0,02	0,967±0,01*#	0,528±0,012 усл.ед.
«Гепатобиол»	0,534±0,01	0,892±0,01*#	
	0,533±0,01	0,758±0,01*#	

Примечание: * - достоверные отличия ($p < 0,05$) по сравнению с «до лечения»;
- достоверные отличия ($p < 0,05$) по сравнению с группой, не принимающей БАД

Результаты проведенного цитофотометрического исследования периферической крови пациентов указывали на выраженные изменения уровня SH-групп в эритроцитах.

Факт повышения уровня сульфгидрильных групп в эритроцитах периферической крови при применении БАД является достоверным признаком снижения активности процесса липоперекисеобразования и восстановления функциональной полноценности антиоксидантной системы, что удлиняет период циркуляции эритроцитов в кровеносном русле. Снижение активности свободнорадикального окисления является

причиной укрепления белок-липидных взаимодействий, что и приводит к повышению содержания липопотеинов в эритроцитах.

Восстановление липидного спектра цитолеммы способствует сохранению оптимального морфофункционального статуса эритроцитов, тормозит раннюю необратимую трансформацию клеточных элементов, их преждевременное старение и ускоренную гибель.

Данный эффект при назначении БАД повышает функциональные характеристики эритроцитов: выполнение газотранспортной функции за счёт устойчивости клеток к гипоксии путём создания внутриклеточной антирадикальной защиты, что снижает процессы спонтанного гемолиза эритроцитов и уменьшает раннюю необратимую трансформацию красных клеток, нормализует цитоархитектонику клеток.

В нормальных условиях именно тиоловые группы служат внутриклеточной антирадикальной защитой клеточных элементов. Однако, избыточное накопление свободных радикалов и продуктов их окислительной деструкции способно окислять SH-содержащие соединения, ингибировать ферментативную активность ключевых энзимов метаболизма (глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, неорганическая пирофосфатаза, АТФ-аза, гексокиназа), изменять проницаемость и конформационные свойства мембран, оказывать тем самым системное повреждающее действие на клетку. С этих позиций выявленный факт повышения концентрации сульфгидрильных групп в эритроцитарных клетках рассматривается нами как индикатор, предотвращающий вовлечение системы эритрона в патологический процесс через значимое ($p < 0,05$) уменьшение свободно-радикальной деструктуризации мембран. Вызываемое пероксидацией нарушение липидной композиции плазмолеммы эритроцитов обуславливает морфо-функциональную несостоятельность последних. По всей видимости, положительные изменения липидного профиля цитоплазматической оболочки эритроцитов у пациентов, принимающих комплекс БАД, являются одной из возможных причин уменьшения микровязкости мембран, неминуемо приводящей к изменению метаболического состояния клетки в целом, что предупреждает её ускоренное старение и закономерную гибель.

На рисунке 1 показаны цитохимические показатели функционального состояния глутатиона эритроцитов в динамике при промежуточных визитах на фоне приема БАД.

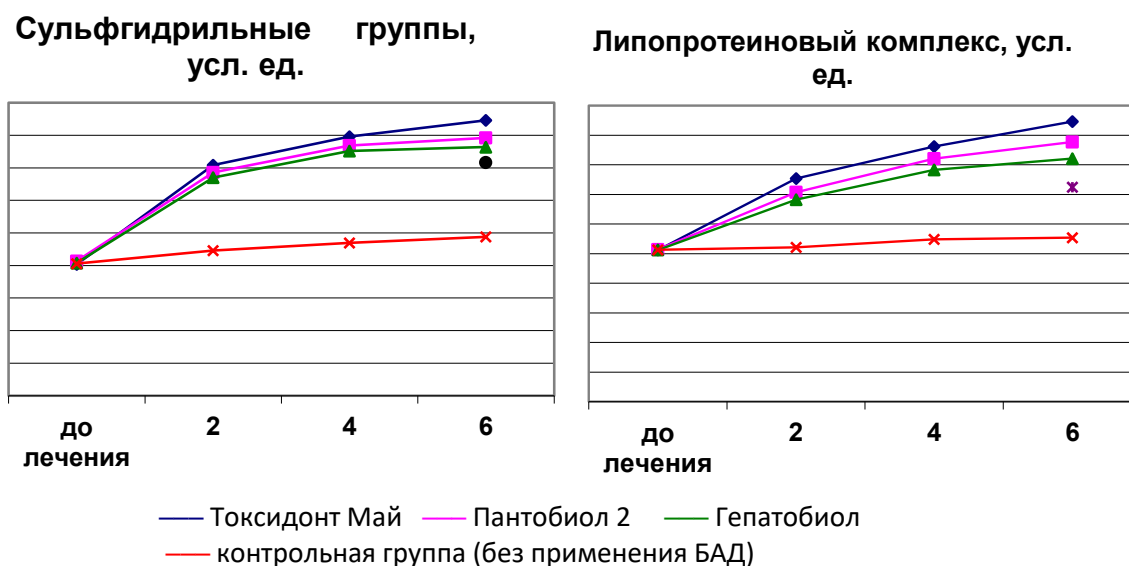


Рисунок 1 – Цитохимические показатели функционального состояния антиоксидантных систем (глутатиона) эритроцитов у пациентов в зависимости от метода терапии (прием БАД)

Выводы. На основании результатов проведенных исследований сделано заключение, что важным компонентом антиоксидантной системы клеток вообще и эритроцитов, в частности, является восстановленный глутатион (γ -Glu-Cys-Gly), который обладает как прямым, так и косвенным антиоксидантным действием. В антиоксидантной реакции в роли восстановителя выступает тиольная группа цистеинового остатка глутатиона, при этом сам глутатион окисляется с образованием дисульфидной формы. Известно, что глутатион-пероксидаза является основным средством защиты от накопления в клетках H_2O_2 и органических гидроперекисей. Однако определение уровней глутатион-пероксидазы не является абсолютным показателем полноценной работы системы глутатиона.

Цитохимические показатели функционального состояния антиоксидантных систем (глутатиона) эритроцитов у пациентов являются индикаторами состояния антиоксидантной защиты клеток всего организма. Доказанное повышение содержания в мембранах эритроцитов уровней сульфгидридных групп и липопroteinных комплексов при приеме комплекса «Токсидонт-май», «Пантобиол 2», «Гепатобиол» показывает выраженное позитивное влияние их на нормализацию функциональной активности всех ферментативных систем глутатиона.

Список литературы

1. Сергун, В.П. Здоровьесберегающие технологии переработки сырьевых ресурсов Сибири: наука и практика: монография / В.П. Сергун, В.Н. Буркова, А.А. Иванов, В. М. Позняковский. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 508 с

2. Сергун В.П. Специализированный инновационный продукт на основе пантов марала: функциональные свойства, эффективность/ В.П. Сергун, Д.Д. Агеенко, В.М. Позняковский// Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023.– №6 (83). – С. 33-37.

3. Sergun V. P. A dietary supplement based on vegetable oil enriched with Altai wapiti velvet antlers and having specific functional properties / V.P. Sergun, D.D. Ageenko, V. M. Poznyakovsky, B. Tokhiriya //International Journal of Medical Toxicology & Legal Medicine. – 2024. – Vol. 27 (3s):417-424.

4. Sergun V. P. Burdock Root Extract In Combined Therapy Of Lymphoproliferative Diseases: Clinical Trial/ Valery Petrovich Sergun, Darya Ageenko, Valeriy Mikhailovich Poznyakovsky, Tatyana Ivanovna Pospelova, Boisjoni Tokhiriya // Journal Clinical Cancer Investigation. 2024.– Vol. 20. N 10s. P. 6860-6866.

СУХОВА А.И., АЛЕКСАНДРОВА Н.М.
**ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *PICHA*
PASTORIS ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ:
СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗА
РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный Исследовательский центр «Казанский научный центр
Российской академии наук», г. Казань
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт
фундаментальной медицины и биологии, г. Казань
e-mail: anast_shv@mail.ru*

SUKHOVA A.I., ALEKSANDROVA N.M.
**OPTIMIZATION OF *PICHA PASTORIS* CULTIVATION
CONDITIONS FOR MEDICAL BIOTECHNOLOGY: STRATEGIES TO
INCREASE THE EFFICIENCY OF RECOMBINANT PROTEIN
SYNTHESIS**

*Federal State Budgetary Institution of Science “Federal Research Center
«Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Kazan
Kazan (Volga Region) Federal University, Institute of Fundamental Medicine
and Biology, Kazan
e-mail: anast_shv@mail.ru*

Аннотация: Исследовано применение *Pichia pastoris* для синтеза рекомбинантных терапевтических белков (гормоны, антитела) и вакцин. Анализ данных PubMed, eLibrary и патентов подтвердил преимущества системы: посттрансляционные модификации, высокая продуктивность. Оптимизация условий культивирования штаммов X-33Stab, GS115 и параметров электропорации повысила выход модельного белка gp51 в 1,5 раза.

Ключевые слова: *Pichia pastoris*, рекомбинантные белки, вакцины, медицинская биотехнология, оптимизация культивирования.

Abstract: The use of *Pichia pastoris* for the synthesis of recombinant therapeutic proteins (hormones, antibodies) and vaccines was investigated. Analysis of PubMed, eLibrary and patent data confirmed the advantages of the system: post-translational modifications, high productivity. Optimization of cultivation conditions of X-33Stab, GS115 strains and electroporation parameters increased the yield of model protein gp51 by 1.5 times.

Keywords: *Pichia pastoris*, recombinant proteins, vaccines, medical biotechnology, cultivation optimization.

Цель исследования. Оптимизация условий культивирования и трансформации штаммов *Pichia pastoris* для повышения эффективности

синтеза рекомбинантных белков медицинского назначения. На основе анализа научных публикаций (PubMed, eLibrary, CyberLeninka, Google Академия) и патентных данных обоснованы преимущества системы: способность к посттрансляционным модификациям, высокая продуктивность, безопасность. Исследование сфокусировано на подборе параметров электропорации (количество плазмидной ДНК, напряжение) и условий культивирования (состав среды, плотность клеток), что обеспечивает стабильную интеграцию генов и масштабируемость процессов для биофармацевтического производства. Результаты направлены на совершенствование методов получения терапевтических белков (гормоны, антитела) и вакцин с использованием *P. pastoris*.

Материалы и методы исследования. В работе использовались штаммы *Pichia pastoris* X-33Stab и GS115, обладающие высокой способностью к интеграции чужеродных генов. Культивирование проводили в средах YPD (дрожжевой экстракт, пептон, глюкоза), MMAs (минимальная среда с метанолом) и MGMa (с метиламином) для оценки влияния источника углерода на рост и экспрессию. Подготовка компетентных клеток включала обработку буфером на основе LiAc (100 мМ), сорбитола (0,6 М) и ДТТ (10 мМ) для повышения проницаемости мембран. Трансформацию осуществляли методом электропорации (2000 В, 25 мкФ, 200 Ом) с вариацией количества плазмидной ДНК (1–10 мкг). Эффективность оценивали по числу колоний на селективных средах с зеоцином (100 мкг/мл). Для обоснования подходов проведен анализ научных работ из баз PubMed, eLibrary, CyberLeninka, Google Академия и патентов, посвященных применению *P. pastoris* в медицинской биотехнологии. Акцент сделан на стратегиях оптимизации: выбор промоторов (AOX1, GAP), сигнальных пептидов (α -фактор), параметров культивирования (температура 30°C, pH 5.0–6.0) и трансформации. Использованы методы SDS-PAGE и ПЦР для подтверждения интеграции генов и экспрессии. Результаты направлены на стандартизацию методов для производства терапевтических белков (интерфероны, антитела) и вакцин, включая антигены вирусов гепатита В и SARS-CoV-2.

Результаты исследования и их обсуждение. Оптимизация условий культивирования штаммов *Pichia pastoris* X-33Stab и GS115 позволила выявить ключевые параметры, повышающие эффективность синтеза рекомбинантных белков. Использование среды MMAs с метанолом в качестве индуктора обеспечило рост оптической плотности (OD₆₀₀) до 2,5 и увеличение выхода белка на 38% по сравнению с контрольными средами (MGMa). Поддержание температуры 30°C и pH 5,5–6,0 способствовало стабильному росту клеток и минимизации стрессовых условий, что критически важно для сохранения функциональности терапевтических белков. Трансформация плазмидной ДНК методом электропорации показала зависимость эффективности от

количества вектора. Максимальное число колоний (≈ 2500) зарегистрировано при использовании 2,5 мкг ДНК, тогда как увеличение дозы до 10 мкг не привело к значительному росту трансформантов. Оптимальные параметры электропорации (2000 В, 25 мкФ, 200 Ом) обеспечили эффективность до $1,5 \times 10^3$ КОЕ/мкг ДНК. Анализ 28 научных работ (PubMed, eLibrary, CyberLeninka) подтвердил, что оптимизированные протоколы культивирования и трансформации *P. pastoris* являются универсальными для производства широкого спектра медицинских препаратов. Например, штаммы с интегрированными генами антигенов вируса гепатита В и SARS-CoV-2 демонстрируют стабильную экспрессию, что делает их перспективными для разработки вакцин. Успешная экспрессия модельного белка (на примере gp51) при оптимизированных условиях подтвердила возможность адаптации системы для синтеза сложных эукариотических белков, включая антитела и цитокины. Полученные результаты вносят вклад в стандартизацию биотехнологических процессов, направленных на создание экономичных и безопасных методов производства рекомбинантных препаратов. Это особенно актуально в контексте растущего спроса на персонализированную медицину и быструю разработку вакцин.

Выводы. Оптимизация условий культивирования (температура 30°C, pH 5,5–6,0, среда MMAs с метанолом) и параметров трансформации (2,5 мкг плазмидной ДНК, 2000 В) штаммов *Pichia pastoris* X-33Stab и GS115 позволила повысить эффективность синтеза рекомбинантных белков. Полученные результаты демонстрируют универсальность для производства терапевтических агентов, таких как антитела и вакцины (против гепатита В, SARS-CoV-2), что подтверждается анализом 28 научных работ и 6 патентов. Результаты подчеркивают потенциал *P. pastoris* как экономичной и безопасной платформы для биофармацевтики, отвечающей требованиям персонализированной медицины и быстрого создания препаратов.

Работа выполнена в рамках тематики государственного задания ФИЦ КазНЦ РАН №124050300050-4.

Список литературы

1. Ahmad M., Hirz M., Pichler H. Protein expression in *Pichia pastoris*: recent achievements and perspectives for heterologous protein production // Applied Microbiology and Biotechnology. 2014. Vol. 98. P. 5301–5317. DOI: 10.1007/s00253-014-5732-5.
2. Barone G.D. et al. Industrial Production of Proteins with *Pichia pastoris*—*Komagataella phaffii* // Biomolecules. 2023. Vol. 13, № 3. P. 441. DOI: 10.3390/biom13030441.
3. Cregg J.M. et al. Recombinant protein expression in *Pichia pastoris* // Molecular Biotechnology. 2000. Vol. 16. P. 23–52. DOI: 10.1385/MB:16:1:23.

4. Dalvie N.C. et al. SARS-CoV-2 receptor binding domain displayed on HBsAg virus-like particles elicits protective immunity in macaques // *Science Advances*. 2022. Vol. 8. Article eabl6015. DOI: 10.1126/sciadv.abl6015.

5. Karbalaee M., Rezaee S.A., Farsiani H. *Pichia pastoris*: A highly successful expression system for optimal synthesis of heterologous proteins // *Journal of Cellular Physiology*. 2020. Vol. 235, № 9. P. 5867–5881. DOI: 10.1002/jcp.29583.

СУЧКОВА К.М., АРСЕНИЕВ Н.А., НОВИКОВА Е.К.,
НАУМОВА Е.В.

**АНАЛИЗ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ
ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОДУВАНЧИКА (TARAXACUM
OFFICINALE) НА КОНЦЕНТРАЦИЮ МЕДИНА В КЛЕТКАХ
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

*Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет,
г. Санкт-Петербург.*

E-mail: kseniya.suchkova@spcru.ru

SUCHKOVA K.M., ARSENIIEV N.A., NOVIKOVA E.K., NAUMOVA
E.V.

**ANALYSIS OF THE HYPOTHETICAL INFLUENCE OF
DANDELION (TARAXACUM OFFICINALE) EXTRACTIVE
SUBSTANCES ON MEDIN CONCENTRATION IN VASCULAR
SYSTEM CELLS.**

*St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University,
St. Petersburg.*

E-mail: kseniya.suchkova@spcru.ru

Аннотация: В работе рассмотрено гипотетическое влияние экстракта одуванчика (*Taraxacum officinale*) на уровень медины в клетках сосудистой системы. Медин, производное фрагмента эластина, участвует в развитии сосудистых заболеваний, таких как атеросклероз и артериальная ригидность. Анализируются механизмы действия биологически активных соединений одуванчика, их антиоксидантные, противовоспалительные и кардиопротекторные свойства, а также возможное влияние на метаболизм эластина и уровень медины. На основе литературных данных и *in vitro*, *in vivo* исследований обсуждается потенциал экстрактов одуванчика в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: экстракт одуванчика, медин, сердечно-сосудистая система, атеросклероз, антиоксиданты, кардиопротекторный эффект.

Abstract: In this article, the hypothetical effect of dandelion (*Taraxacum officinale*) extract on medin levels in cells of the vascular system was examined. Medin, a derivative of elastin fragment, is involved in the development of vascular diseases such as atherosclerosis and arterial stiffness. We analyze the mechanisms of action of biologically active compounds of dandelion, their antioxidant, anti-inflammatory and cardioprotective properties, as well as possible effects on elastin metabolism and medin levels. Based on literature data and in vitro, in vivo studies, the potential of dandelion extracts in the prevention and treatment of cardiovascular diseases is discussed.

Keywords: dandelion extract, medin, cardiovascular system, atherosclerosis, antioxidants, cardioprotective effect.

The research aim is to analyse the hypothetical effect of dandelion extract (*Taraxacum officinale*) on vascular smooth muscle cells containing medine. The study is aimed at justifying the choice of this medicinal plant raw material, studying its chemical composition and analysing the potential therapeutic effect of the extract components on the concentration of medine in the cells of vascular tissue.

Materials and methods of research. An analytical review of modern literature sources devoted to the study of medine as a peptide of 50 amino acids, a cleavage product of the second discoidal domain of lactadherin protein (MFG-E8), was performed.[5] Data on the role of medine in the pathogenesis of cardiovascular diseases, its association with increased vascular stiffness and the development of vascular dysfunction were analysed.

The chemical composition of medicinal dandelion including sesquiterpenoids, phenolic compounds, essential oils, flavonoids, triterpenoids, sterols and coumarins has been studied. Special attention is paid to biologically active components: phenolic acids (caffeic acid, coumaric acid), sesquiterpene lactones (sonchuside, cichorioside C), flavonoids (quercetin, luteolin) and coumarins (esculin, scopoletin).

Study results and their discussion. Research on the problem of medin level regulation and the search for natural compounds with potential therapeutic effects showed that currently, the main methods for correcting medin levels are pharmacological preparations aimed at reducing inflammation and oxidative stress, as well as improving the condition of the vascular wall. However, traditional medications may be accompanied by a number of side effects, making the search for safer and more effective treatment methods an urgent task.

With the growing interest in phytotherapy in recent years, special attention is given to natural compounds that may affect medin levels and help improve the condition of the vascular system. Among such promising agents are extracts of various parts of dandelion (*Taraxacum officinale*), which are known for their antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective properties [3]. However, scientific data on how dandelion extract affects medin concentration remain

limited, which underscores the importance of further research. The hypothesis about the effect of dandelion extract on medin concentration is quite well-founded, as dandelion extract contains a number of biologically active components, such as flavonoids, polyphenols, and terpenoids, which exhibit pronounced antioxidant and anti-inflammatory properties. These components may influence the reduction of oxidative stress and inflammation, which play a key role in medin formation and vascular wall destruction. [3,5].

With aging or the development of pathological processes such as atherosclerosis or Marfan syndrome, medin levels increase, leading to increased vascular stiffness and impaired elasticity. Elevated medin concentrations are associated with arterial hypertension, atherosclerosis, and heart failure, as well as increased risk of cardiovascular events [5].

Current methods for correcting medin levels include pharmacological agents aimed at reducing inflammation and oxidative stress; however, traditional medications are accompanied by a number of side effects [3]. In this regard, the search for safer and more effective treatment methods becomes an urgent task.

The selection of dandelion (*Taraxacum officinale*) for study is justified by its unique combination of biologically active substances. Its biological activity is determined by complex chemical components: sesquiterpenoids, phenolic compounds, essential oils, carbohydrates, flavonoids, sphingolipids, triterpenoids, sterols, and coumarins [1,4]. In vivo and in vitro studies have shown that dandelion possesses antibacterial, antioxidant, anticancer, and antirheumatic properties [2].

Phenolic acids in dandelion (caffeic acid, coumaric acid, dihydrosinapic acid, chicoric acid, vanillin) exhibit antioxidant and immunostimulating properties. The main sesquiterpene compounds are sesquiterpene lactones in the form of glycosides (sonchuzide, cichorioside C, ixerin D, taraxafolide), which demonstrate anti-inflammatory and antibacterial effects [3,4]. Triterpenoids and sterols (lupenyl acetate, α -amyrin acetate, β -amyrin acetate, β -sitosterol, daucosterol) may alleviate symptoms of cardiovascular diseases [4]. Flavonoids (quercetin, chrysoeriol, diosmetin, luteolin) possess antioxidant activity, while coumarins (esculin, cichoriin, esculetin, scopoletin) exhibit anti-inflammatory, bacteriostatic, anticoagulant, and anticancer effects [1].

Aqueous dandelion extract can influence mediator-dependent processes in the vascular wall, which is confirmed by experimental data on its effects on endothelial function and vascular tone [2]. A significant advantage is the plant's low toxicity while maintaining high pharmacological activity.

Flavonoids in dandelion extract exert endothelioprotective effects by activating endothelial NO synthase and increasing nitric oxide production. This leads to improved endothelium-dependent vasodilation and reduced intracellular Ca^{2+} concentration in smooth muscle cells [3,4]. Polyphenolic compounds in dandelion neutralize free radicals and activate endogenous antioxidant systems,

including superoxide dismutase and catalase, providing protection of the endothelium from oxidative stress.

The anti-inflammatory action of the extract is realized through suppression of NF- κ B-dependent signaling pathways and reduction of pro-inflammatory cytokine production. Triterpene compounds additionally inhibit cyclooxygenase-2 activity, contributing to reduced inflammatory changes in the vascular wall [3].

Medin induces inflammatory phenotypic shifts in endothelial cells and vascular smooth muscle cells, and also alters the extracellular matrix of vessels through amyloidosis, elastin fragmentation, and calcification. Medin-induced inflammation contributes to vascular wall weakening, reduced endothelium-dependent relaxation, and arterial stiffness [4]. Medin participates in the development of aortic aneurysm/dissection, arteritis, and vascular dementia [3,5].

Flavonoids and polyphenolic compounds in dandelion extract are potentially capable of inducing molecular rearrangements in medin structure, which may manifest as changes in its concentration or activity [3]. Dandelion extract may modulate inflammatory processes, oxidative stress, and initial stages of vascular remodeling, which could potentially be reflected in the dynamics of medin accumulation in smooth muscle cells [2,3].

Conclusion. The constituents of dandelion extract potentially demonstrate the capacity to influence medin concentrations in vascular system cells through comprehensive antioxidant, anti-inflammatory, and regulatory mechanisms. The antioxidant compounds present in the extract may inhibit medin aggregation by reducing free radical levels, while phenolic compounds and terpenoids possess the ability to modulate inflammatory processes, thereby diminishing amyloid peptide accumulation.

Dandelion extract may exert effects on protein degradation systems and lipid metabolism, facilitating the removal of pathological protein aggregates and reducing medin concentrations in vascular tissues. However, the theoretical substantiation of these identified mechanisms necessitates experimental validation of dandelion extract's influence on medin levels in subsequent investigations.

References

1. Fan M., Zhang X., Song H., Zhang Y. Dandelion (*Taraxacum* Genus): A Review of Chemical Constituents and Pharmacological Effects // *Molecules*. 2023. Vol. 28(13). P. 5022. doi: 10.3390/molecules28135022.
2. Kania-Dobrowolska M., Baraniak J. Dandelion (*Taraxacum officinale* L.) as a Source of Biologically Active Compounds Supporting the Therapy of Co-Existing Diseases in Metabolic Syndrome // *Foods*. 2022. Vol. 11(18). P. 2858. doi: 10.3390/foods11182858.
3. Olas B. New Perspectives on the Effect of Dandelion, Its Food Products and Other Preparations on the Cardiovascular System and Its Diseases // *Nutrients*. 2022. Vol. 14(7). P. 1350. doi: 10.3390/nu14071350.

4. Yan Q., Xing Q., Liu Z., Zou Y., Liu X., Xia H. The phytochemical and pharmacological profile of dandelion // Biomed Pharmacother. 2024. Vol. 179. P. 117334. doi: 10.1016/j.biopha.2024.117334.

5. Younger S., Jang H., Davies H.A., Niemiec M.J., Garcia J.G.N., Nussinov R., Migrino R.Q., Madine J., Arce F.T. Medin Oligomer Membrane Pore Formation: A Potential Mechanism of Vascular Dysfunction // Biophys J. 2020. Vol. 118(11). P. 2769-2782. doi: 10.1016/j.bpj.2020.04.026.

УЁКПЕЙИ ОГХЕНЕМАРО ЭММАНУЭЛЬ, ФЕЛИКС АНГЕЛ
ЧИСОМ, КОВАЛЬ А.Н.

**ДИСФУНКЦИЯ МИТОХОНДРИЙ И G-КВАДРУПЛЕКСЫ ПРИ
ХРОНИЧЕСКИХ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: НОВЫЕ
ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МИШЕНИ И ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ НА
ОСНОВЕ РАСТЕНИЙ**

*Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель,
Республика Беларусь
e-mail: akovalj@ya.ru*

UYOKPEYI OGHENEMARO EMMANUEL, FELIX ANGEL CHISOM,
KOVAL A.N.

**MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION AND G-QUADRUPLEXES
IN CHRONIC RESPIRATORY DISEASES: NOVEL THERAPEUTIC
TARGETS AND PLANT-BASED INTERVENTIONS**

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus
e-mail: akovalj@ya.ru*

Аннотация. Хронические респираторные заболевания (ХРЗ), такие как хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), астма и легочный фиброз, представляют серьезные глобальные проблемы здравоохранения. Данное исследование изучает роль митохондриальной дисфункции и гуаниновых квадруплексов (G-квадруплексов) в митохондриальной ДНК (мтДНК) в патогенезе ХРЗ, уделяя внимание окислительному стрессу, метаболическому перепрограммированию и воспалению. На основе систематического анализа литературы оценивается терапевтический потенциал вторичных метаболитов растений и подходов лечения на основе G-квадруплексов. Результаты подчеркивают общие механизмы между радиационным повреждением митохондрий и ХРЗ, предлагая новые стратегии лечения. Будущие исследования должны сосредоточиться на биоинформатике и клинической валидации этих подходов.

Ключевые слова: митохондриальная дисфункция, G-квадруплексы, хронические респираторные заболевания, окислительный стресс, растительные метаболиты

Abstract. Chronic respiratory diseases (CRDs), such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD), asthma, and pulmonary fibrosis, pose significant global health challenges. This study investigates the role of mitochondrial dysfunction and guanine quadruplexes (G4) in mitochondrial DNA (mtDNA) in CRD pathogenesis, focusing on oxidative stress, metabolic reprogramming, and inflammation. Using a systematic literature analysis, we evaluate the therapeutic potential of plant-based secondary metabolites and G4-targeted interventions. The findings highlight shared mechanisms between radiation-induced mitochondrial damage and CRDs, suggesting novel treatment strategies. Future research should prioritize bioinformatics and clinical validation of these approaches.

Keywords: mitochondrial dysfunction, G-quadruplexes, chronic respiratory diseases, oxidative stress, plant-based metabolites

This study explores how mitochondrial dysfunction and G-quadruplexes (G4) drive chronic respiratory diseases (CRDs) like COPD, asthma, and pulmonary fibrosis. We aim to find shared pathways between radiation-induced and CRD-related mitochondrial damage, focusing on oxidative stress, energy disruption, and inflammation, while assessing plant-based compounds and G4-targeted therapies as potential treatments for those affected.

Materials and Methods. This study employs a systematic literature review to analyze the mechanisms of mitochondrial dysfunction and G4 in CRDs. The following steps were undertaken:

1) Literature search: Relevant studies were identified using PubMed, Scopus, and Web of Science databases, covering the period from 2000 to 2025. Search terms included «mitochondrial dysfunction», «G-quadruplexes», «chronic respiratory diseases», «oxidative stress», «COPD», «asthma», «pulmonary fibrosis», and «plant-based metabolites».

2) Inclusion criteria: Peer-reviewed articles and conference proceedings in English or Russian, focusing on mitochondrial dysfunction, G4, or plant-based therapies in CRDs or related stress models (e.g., radiation exposure).

3) Data extraction: Key findings were extracted regarding oxidative stress, metabolic reprogramming, NLRP3 inflammasome activation, G4 roles in mtDNA, and therapeutic interventions.

4) Data analysis: A comparative analysis was conducted to identify parallels between radiation-induced mitochondrial damage and CRD pathogenesis. Therapeutic strategies were evaluated based on their mechanistic relevance and potential clinical applicability.

For completing the research, five key studies were selected for in-depth analysis, including two works on radiation-induced mitochondrial dysfunction

and plant-based G4 modulation [1, 2], and three studies on CRD mechanisms and inflammation [3, 4, 5].

Results and Discussion. The analysis of the sources revealed that mitochondrial dysfunction is a central feature of CRD pathogenesis. And it is driven by three key mechanisms:

1) Oxidative stress: Excessive reactive oxygen species (ROS) production in CRDs overwhelms antioxidant defenses, such as superoxide dismutase, leading to mitochondrial damage and inflammation [4]. Similar ROS-driven mitochondrial impairments were observed in radiation stress models, where prolonged ^{137}Cs exposure disrupted mitochondrial ultrastructure and energy metabolism in rat myocardium [1]. This suggests that oxidative stress is a shared pathway across stress-induced mitochondrial pathologies, amplifying tissue damage in CRDs like COPD and asthma [3].

2) Metabolic reprogramming: Hypoxia in CRDs shifts cellular metabolism toward glycolysis, reducing ATP production and increasing lactate accumulation [5]. Comparable disruptions in oxidative phosphorylation were reported in chronic ^{137}Cs exposure models, indicating energy deficits as a common feature [1]. In asthma, allergen-induced mitochondrial ROS exacerbate Th2-mediated immune responses, further impairing metabolic homeostasis [3]. These findings highlight the role of mitochondrial energy metabolism in CRD progression.

3) Inflammasome activation: Mitochondrial DNA (mtDNA) release into the cytosol activates the NLRP3 inflammasome, driving IL-1 β -mediated inflammation in CRDs [5]. G4 in mtDNA may regulate this process by modulating mtDNA stability and gene expression [2]. Dysregulation of G4 was linked to changes in cellular energy status (some radiation stress models, suggesting their relevance in CRD-related inflammation [2].

Therapeutic strategies targeting mitochondrial dysfunction showed promise:

1) Antioxidants: Mitochondrial-targeted compounds like MitoQ and plant-derived flavonoids reduced ROS-mediated damage [2]. Plant-based secondary metabolites, such as those studied in cancer models, stabilized mtDNA G4, offering potential for CRD treatment [2].

2) AMPK activators: Metformin restored energy homeostasis by enhancing mitochondrial function [5].

3) G4-targeted therapies: Stabilizing G4 in mtDNA could mitigate inflammation and energy deficits, a novel approach inspired by radiation biology [2].

The similarities between mitochondrial damage caused by radiation and that seen in chronic respiratory diseases (CRDs) offer a hopeful bridge for new discoveries. Studies like those by Koval and colleagues [1, 2] show that lessons from radiation biology could guide us toward better understanding CRDs, potentially improving the lives of millions. Yet, we face hurdles: much of this research relies on animal models, which don't fully capture human complexity,

and therapies targeting G-quadruplexes (G4) still need testing in real patients. Moving forward, researchers could harness bioinformatics to explore how G4 structures work in CRDs and test plant-based treatments, like those derived from nature's antioxidants, in people struggling with these conditions.

Conclusions. Mitochondrial dysfunction lies at the heart of CRDs, fueling oxidative stress, disrupting energy production, and sparking inflammation through pathways like the NLRP3 inflammasome. G-4 in mitochondrial DNA emerge as promising new targets, as their imbalance seems to worsen inflammation and energy shortages. Plant-based compounds, such as flavonoids, offer exciting potential – not only as antioxidants but also as stabilizers of these G4 structures. The overlap between radiation-related mitochondrial damage and CRDs opens doors to innovative treatments by combining insights from different fields. However, to truly help patients, we need more research, using tools like bioinformatics and real-world clinical trials, to create tailored therapies that address the unique challenges of living with CRDs.

References

1. Koval A.N. Changes in the energy metabolism of rat myocardium under the influence of ionizing radiation // Problems of Health and Ecology. – 2024. – Vol. 21, No. 1. – P. 89–92.
 2. Koval A.N., Litvinchuk A.V., Logvinovich O.S., Sergeenko S.M., Geldimamedov Ch.A., Belous E.M., Gromyko M.V., Shaforost A.S. Secondary plant metabolites and mitochondrial G-quadruplexes: therapeutic potential in cancer treatment // Modern Achievements of Chemical-Biological Sciences. – 2024. – P. 175–180.
 3. Qian L., et al. Mitochondria signaling pathways in allergic asthma // Journal of Investigative Medicine. – 2022. – Vol. 70, No. 4. – P. 863–882. – DOI: 10.1136/jim-2021-002060.
 4. Rahman I., Adcock I.M. Oxidative stress and redox regulation of lung inflammation in COPD // European Respiratory Journal. – 2006. – Vol. 28, No. 1. – P. 219–242. – DOI: 10.1183/09031936.06.00014506.
- Zhou R., et al. A role for mitochondria in NLRP3 inflammasome activation // Nature. – 2011. – Vol. 469, No. 7329. – P. 221–225. – DOI: 10.1038/nature09663

УРУНБАЕВА М.Н.
**СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О КЛИНИКО-
ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ АУТОИММУННОГО
ТИРЕОИДИТА**

*Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд,
Узбекистан
email: u.muqaddas07@gmail.com*

URUNBAYEVA M.N.
**MODERN CONCEPT OF CLINICAL AND IMMUNOLOGICAL
ASPECTS OF AUTOIMMUNE THYROIDITIS**

*Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan
email: u.muqaddas07@gmail.com*

Аннотация: В настоящей работе рассмотрены современные представления о патогенезе и терапии аутоиммунного тиреоидита (АИТ) и болезни Грейвса (БГ), которые составляют основную долю аутоиммунных заболеваний щитовидной железы. Проведен анализ литературы, отражающий актуальные данные по клинико-иммунологическим особенностям АИТ, включая генетическую предрасположенность, недостаточную изученность иммунных механизмов и ограниченные возможности прогноза клинического течения. Особое внимание уделено анализу существующих терапевтических подходов – тиреостатической терапии, радиоактивному йоду и хирургическому вмешательству, а также заместительной терапии при гипотиреозе. Обозначены ограничения этих методов, связанные с рисками рецидивов и осложнений. Представлены перспективные направления исследований, в том числе изучение роли нейропептидов в иммунорегуляции и межсистемной передаче сигналов, что открывает возможности для разработки таргетной терапии. Подчеркивается необходимость поиска новых иммуномаркерных критериев и терапевтических стратегий, направленных на индивидуализированный подход к лечению АИТ и БГ.

Ключевые слова: аутоиммунного тиреоидит, болезни Грейвса, эутиреоз, этиотроп.

Abstract: This paper reviews current concepts of the pathogenesis and therapy of autoimmune thyroiditis (AIT) and Graves' disease (GD), which constitute the majority of autoimmune thyroid diseases. The review of literature reflects current data on the clinical and immunological features of AIT, including genetic predisposition, insufficient knowledge of immune mechanisms, and limited possibilities for predicting the clinical course. Particular attention is paid to the analysis of existing therapeutic approaches - antithyroid therapy, radioactive iodine, and surgery, as well as replacement therapy for hypothyroidism. The limitations of these methods associated with the risks of

relapse and complications are outlined. Promising areas of research are presented, including the study of the role of neuropeptides in immunoregulation and intersystemic signaling, which opens up opportunities for the development of targeted therapy. The need to search for new immunomarker criteria and therapeutic strategies aimed at an individualized approach to the treatment of AIT and GD is emphasized.

Keywords: autoimmune thyroiditis, Graves' disease, euthyroid, etiotropic.

Введение и цель исследования. За последние годы аутоиммунный тиреоидит (АИТ) составляет 90% всех заболеваний щитовидной железы и поражает 2-5% населения с отягощенным семейным анамнезом. Среди АИТ болезнь Грейвса (БГ) представляет собой сложное заболевание, влияющее на функцию щитовидной железы. За последние два десятилетия исследования «случай-контроль» с использованием передовых методов секвенирования генов выявили множество локусов восприимчивости, которые могут предрасполагать людей к РХ. Проведен анализ современной литературы по вопросу клинко-иммунологических аспектов аутоиммунного тиреоидита. Проведенный обзор литературы показывает, что существуют вопросы, касающийся недостаточной изученности вопроса особенностей клинко-иммунологических нарушений при разных формах аутоиммунного тиреоидита.

Перспективы терапии АИТ. Несмотря на многочисленные исследования и несомненные достижения в области экспериментальной и клинической тиреоидологии, на сегодняшний день не существует этиотропного лечения АИЗЩЖ и способов достоверного индивидуального прогнозирования результатов патогенетической терапии [1,2]. Этот впечатляющий разрыв между знаниями о патогенезе заболеваний и результатами клинической практики характерен не только для АИЗЩЖ, но и для других патологий. Необходимость сокращения этой дистанции — повод для интенсификации исследований в области терапии.

Для лечения БГ традиционно используют несколько методов: терапию тиреостатическими препаратами, лечение радиоактивным йодом и тиреоидэктомия. При АИТ в период манифестации гипотиреоза применяют заместительную тиреоидную терапию для адекватного восполнения гормонального дефицита. Таким образом, основная цель терапевтического подхода при АИТ — достижение и поддержание эутиреоидного состояния.

Разделение пациентов с БГ по адекватности ответа на традиционную терапию тиронамидами на «полный и неполный» показывает, что оно плохо коррелирует с конечным результатом лечения [2,3]. Поэтому при АИТ так необходимы чувствительные и специфичные маркёры, которые позволили бы с большей вероятностью прогнозировать клиническое течение заболеваний и развитие рецидивов. Вместе с тем не сформулированы единые научно обоснованные подходы к решению этой проблемы.

Медикаментозная терапия, хирургический способ и радиойодтерапия имеют свои достоинства и недостатки, однако актуальны не только вопросы безопасности и эффективности традиционных методов, но и оценка результатов их применения в отдаленном периоде, связанная с риском развития рецидивов и осложнений.

Вызывают интерес исследования последних лет о роли нейропептидов в регуляции иммунного ответа [1,3]. Были получены данные о выделении нейропептидов из гипофиза, надпочечников, ЩЖ в кровь при стрессовых состояниях, а также из периферической нервной системы в иннервируемые ткани, в том числе лимфоидные. Кроме того, известно о продуцировании пептидов клетками АПУД-системы, в том числе лимфоидных органов. Наличие специализированных рецепторов наряду со способностью самих иммунокомпетентных клеток продуцировать нейропептиды создаёт вероятность их участия в межклеточных кооперативных процессах. По аналогии с данными о влиянии гормонов и нейромедиаторов на иммунocyты можно предположить, что нейропептиды воздействуют на них через специфические рецепторы при помощи циклических нуклеотидов, что создаёт возможности таргетной коррекции данных взаимодействий.

Выводы. Таким образом, дальнейшее исследование механизмов иммунопатогенеза БГ и АИТ, понимание роли и места взаимодействия клеток врождённого и адаптивного иммунитета, иммунорегуляции, молекул межсистемной передачи сигналов в развитии данных заболеваний открывают перспективы для реализации современной стратегии их таргетной терапии.

Список литературы

1. Association between age at diagnosis of Graves' disease and variants in genes involved in immune response / Beata Jurecka-Lubieniecka 1, Rafal Ploski, Dorota Kula, Aleksandra Krol, Tomasz Bednarczuk, Zofia Kolosza, Andrzej Tukiendorf, Sylwia Szpak-Ulczo, Anita Stanjek-Cichoracka, Joanna Polanska, Barbara Jarzab // PLoS One. 2013;8(3): e59349. doi: 10.1371/journal.pone.0059349. Epub 2013 Mar 27.
2. Association of Interleukin 10 Gene Polymorphisms With Autoimmune Thyroid Disease: Meta-Analysis / J.H. Jung, G.G. Song, J.H. Kim, S.J. Choi // Scand. J. Immunol. 2016. 84(5). P. 272-277.
3. Immunogenetics of autoimmune thyroid diseases: a comprehensive review./ Lee H.J., Li C.W., Hammerstad S.S., Stefan M., Tomer Y. //J. Autoimmun. 2015; 64: 82—90. Doi: 10.1016/j.jaut.2015.07.009.
4. Breaking tolerance to thyroid antigens: changing concepts in thyroid autoimmunity. /McLachlan S.M., Rapoport B. //Endocrine Rev. 2014; 35(1): 59—105. Doi: 10.1210/er.20131055.

**СЕКЦИЯ 3
КЛЕТОЧНАЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ
ИНЖЕНЕРИЯ**

ВОЛЧКОВА А.О., ШИКОВА А.И.
ГЕННОИНЖЕНЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ
Кемеровский государственный медицинский университет г. Кемерово
Научный руководитель-к.м.н., доцент Н.В. Шатрова
email: annyvolch@mail.ru, aksenovaalinaig@gmail.com

VOLCHKOVA A.O., SHIKOVA A.I.
GENETICALLY ENGINEERED THERAPY OF BRONCHIAL ASTHMA
Kemerovo State Medical University, Kemerovo
Scientific supervisor-Candidate of Medical Sciences,
Associate Professor N.V. Shatrova
email: annyvolch@mail.ru, aksenovaalinaig@gmail.com

Аннотация: В современной фармацевтике моноклональные антитела заняли ключевую позицию, заменив традиционные препараты на основе малых молекул. В отличие от последних, моноклональные антитела (mAb) характеризуются высокой избирательностью к своим целям и, как следствие, более низким уровнем токсичности, благодаря минимальному взаимодействию с другими молекулами.

Ключевые слова: генно-инженерные препараты, бронхиальная астма

Abstract: In modern pharmaceuticals, monoclonal antibodies have taken a key position, replacing traditional drugs based on small molecules. Unlike the latter, monoclonal antibodies (mAbs) are characterized by high selectivity to their targets and, as a result, a lower level of toxicity due to minimal interaction with other molecules.

Keywords: genetically engineered drugs, bronchial asthma

Цель исследования – изучить и проанализировать литературные данные и Интернет-ресурсы, посвященные стандартным и экспериментальным методам лечения бронхиальной астмы тяжелой степени тяжести.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ литературных данных, Интернет-ресурсов (рубрикатор клинических рекомендаций, PubMed, Medscape)

Результаты исследования и их обсуждение. Бронхиальная астма – сложное респираторное заболевание, проявляющееся обратимым сужением дыхательных путей и имеющее различные клинические формы, обусловленные следующими механизмами: 1) спазм гладкой мускулатуры бронхов, вызванный воздействием медиаторов и нейротрансмиттеров, который можно устранить с помощью бронхолитиков; 2) отечность дыхательных путей, возникающая из-за повышенной проницаемости кровеносных сосудов под воздействием воспалительных медиаторов,

особенно важная при обострениях; 3) избыточная выработка слизи, приводящая к закупорке бронхов т.н. «слизистыми пробками» вследствие усиленной секреции слизи и образования воспалительного экссудата.

В современной терапии бронхиальной астмы, особенно при тяжелом течении заболевания, когда стандартные методы оказываются неэффективными, все чаще применяются препараты моноклональных антител. Генноинженерные моноклональные антитела – это биологические лекарственные средства, созданные для воздействия на определенные молекулы в человеческом организме, которые играют роль в возникновении и длительном течении болезней. Этот подход имеет ряд преимуществ: он позволяет целенаправленно воздействовать на определенные этапы воспалительного процесса в бронхах, снизить или исключить необходимость в системных гормонах, которые могут вызывать побочные эффекты, и, как следствие, улучшить общее самочувствие пациентов, страдающих тяжелой формой бронхиальной астмы.

В России одобрено к применению 5 лекарственных средств, предназначенных для терапии тяжелого течения бронхиальной астмы: Омализумаб, Бенрализумаб, Дупилумаб, Реслизумаб и Меполизумаб. Различные терапевтические антитела в настоящее время позволяют на разных уровнях прерывать цепь патогенных событий, приводящих к аллергическому ответу со стороны дыхательной системы.

Омализумаб – это рекомбинантное гуманизированное моноклональное антитело, принадлежащее к классу иммуноглобулинов (Ig) G1. Механизм его действия заключается в блокировании связывания IgE с Fc-эпсилон-R1-рецептором, обладающим высоким сродством к IgE. Это приводит к уменьшению количества циркулирующего IgE и, как следствие, предотвращает запуск аллергической реакции. Омализумаб применяют для лечения пациентов с хронической тяжелой астмой, атопической астмой, а также при IgE-зависимых реакциях, особенно у тех, кто нуждается в системных глюкокортикостероидах. Терапия омализумабом позволяет снизить частоту обострений бронхиальной астмы (БА), уменьшить ее тяжесть и сократить дозировку ингаляционных или пероральных глюкокортикостероидов, необходимых для контроля заболевания. Клинические исследования продемонстрировали, что омализумаб способствует улучшению дыхательной функции: показатели ОФВ1 и ФЖЕЛ значительно улучшились у пациентов, получавших это лекарство. При этом частота нежелательных явлений была сопоставима в группе, принимавшей омализумаб (89,2%), и в группе плацебо (89,1%), что указывает на незначительную разницу. Кроме того, исследования подтвердили положительное влияние омализумаба на общее качество жизни пациентов, страдающих астмой, помимо снижения частоты обострений.

Второй по популярности препарат – Дупилумаб. Это моноклональное антитело, состоящее из человеческих белков, которое блокирует альфа-рецептор интерлейкина 4 (IL-4). Таким образом, Дупилумаб подавляет сигнальные пути IL-4/IL-13 и вводится под кожу. В терапии астмы его используют как альтернативу глюкокортикоидам, либо как дополнение к существующему лечению, когда организм плохо реагирует на стандартные методы, что позволяет добиться лучшего контроля над заболеванием. У пациентов с тяжелой астмой, получавших Дупилумаб каждые две недели, частота обострений снижалась вдвое по сравнению с теми, кто принимал плацебо. Также наблюдалось постепенное улучшение показателей функции легких (ОФВ1) при использовании этого препарата, хотя у 4,1% пациентов после начала терапии отмечалась эозинофилия.

Клинические испытания с различными дозировками продемонстрировали, что введение Дупилумаба в дозах 300 и 200 мг каждые две недели было более результативным, чем введение препарата каждые четыре недели. Обе эти дозы хорошо переносились пациентами по сравнению с плацебо. Особенно важно, что Дупилумаб оказался эффективным как у пациентов с низким (<300), так и с высоким (>300) уровнем эозинофилов в начале лечения, в то время как другие лекарства часто показывают лучшие результаты только у пациентов с повышенным содержанием эозинофилов. Как и все лекарственные средства, Дупилумаб может вызывать побочные эффекты, такие как болезненность, покраснение и зуд в месте инъекции, мышечные и суставные боли. В редких случаях регистрировались случаи анафилаксии. В связи с риском развития анафилактического шока, введение препарата должно проводиться в стационаре под наблюдением медицинского персонала в течение как минимум трех часов после инъекции. Тем не менее, потенциальная польза от применения этих препаратов значительно перевешивает вероятность возникновения нежелательных реакций.

Выводы. В качестве дополнения к основному лечению бронхиальной астмы, использование лекарственных средств, основанных на моноклональных антителах, демонстрирует многообещающие результаты. Это позволяет уменьшить потребность в глюкокортикоидах, применение которых сопряжено с риском возникновения разнообразных побочных эффектов и оказывает воздействие на весь организм.

Список литературы

1. Bassani K., Rossi L., Sievers K., Svireli R.L., Saraiva L., Tano L.K. The use of dupilumab for the treatment of moderate and severe asthma: a systematic review. Rev Assoc Med Brass (1992). 2019 October 10; 65 (9)
2. Zaved Y., Heri B., Banifadel M., Hicks M., Abu Rahma A., Hamid K., Basova G., Chandran A. Safety and efficacy of dupilumab in uncontrolled

asthma: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. J Asthma. 2019 east;56(10)

3. Playa K., Crimi K., Varela A., Tinella K., Terraciano R., Belaya G. Molecular targets for biological therapy of severe asthma. June 2020, November 30th.

4. Ridala E., Puccini F., Niyazi M.K., Makri E., Kilgren P., Pamela L., Inkorvaya K. Monoclonal antibodies for the treatment of asthma: omalizumab, mepolizumab, reslizumab, benralizumab, dupilumab. Immunotherapy vaccine Hum. 2020 October 2;16(10)

5. Yalcin AD, Bisgin A, Cetinkaya R, Yildirim M, Gorczynski RM. Clinical course and side effects of anti-IgE monoclonal antibody in patients with severe persistent asthma. Clin Lab. 2013;59(1-2):71-7. doi: 10.7754/clin.lab.2012.120406.

ИСАЙКИНА Я.И., ЛЯХ Е.Г., МАЛЫЦЕВА С. В., РУСАКОВИЧ Е. Ю.,
ЦЕХАНОВИЧ Д. А., САВИЧ Ю.В.,

**ПЛАЦЕНТА, КАК ИСТОЧНИК МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ КЛЕТОЧНОЙ ТЕРАПИИ**

*Республиканский научно-практический центр детской онкологии,
гематологии и иммунологии, г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: labkbc@oncology.by*

ISAIKINA Y.I., LIAKH E.G., MALTSAVA S.V., RUSAKOVICH E. Y.,
TSEKHANOVICH D.A., SAVICH J.V.

**FULL-TERM PLACENTA AS SOURCE OF MESENCHYMAL STEM
CELLS FOR CELL THERAPY**

*Belarussian Research Center for Pediatric Oncology, Hematology and
Immunology, Minsk, Belarus
e-mail: labkbc@oncology.by*

Аннотация: Послеродовая плацента – источник мезенхимальных стволовых клеток (МСК) для применения в клеточной терапии. Анатомическое строение плаценты позволяет получить МСК как из ее плодной части – амниотической оболочки и ворсин хориона, так и из материнской части – децидуальной оболочки. Актуальным является исследование влияния длительного культивирования на сохранность иммунофенотипа МСК, полученных из различных частей плаценты.

Ключевые слова: мезенхимальные стволовые клетки, плацента, децидуальная оболочка, хорион, амнион, иммунофенотип

Abstract: The full-term placenta is a source of mesenchymal stem cells (MSC) for use in cell therapy, the advantages in the availability of biomaterial production and the high proliferative potential of extracted cells. The anatomical structure of the placenta makes allows to obtain MSCs both from its fetal part – the amniotic membrane and chorionic villi, and from the maternal part – the decidual membrane. The effects of long-term cultivation on the MSCs immunophenotype obtained from various parts of the placenta was investigated.

Keywords: mesenchymal stem cells, placenta, decidual tissue, chorionic tissue, amniotic membrane, immunophenotype

Цель исследования. Оценить тканевую принадлежность (материнская или плодная) МСК, получаемых из различных частей послеродовой плаценты, а также исследовать сохранность иммунофенотипа клеток при длительной экспансии клеток *in vitro*.

Материалы и методы исследования. МСК плаценты (П-МСК) были выделены из фрагментов послеродовой плаценты (n=7), после получения информированного согласия. П-МСК выделяли ферментативным методом, с применением коллагеназы I из различных анатомических слоев плаценты. Экспансию МСК проводили по стандартной методике.

Иммунофенотипический анализ МСК проводили с использованием набора моноклональных антител (МКА) в составе CD73 APC, CD90 FITC, CD105 VioBlue, CD34 PE, CD45 PE, CD14 PE, CD19 PE, Anti-HLA-DR VioGreen и изотипического контроля, входящего в набор (MSC Phenotyping Kit human, Miltenyi Biotec GmbH, Германия). Для анализа использовали П-МСК основной культуры, 3 и 6 пассажей.

Определение плодной либо материнской принадлежности культуры П-МСК (n=15) выполняли методом фрагментарного анализа коротких tandemных повторов микросателлитных ДНК (STR-анализ). Для амплификации STR-локусов проводилась мультиплексная ПЦР с использованием коммерческого набора AmpFlSTR® SGM Plus® PCR Amplification Kit (Applied Biosystems, США), содержащая смесь праймеров к 10 STR-локусам и локусу амелогенина, после чего выполняли разделение и детекцию продуктов ПЦР методом капиллярного электрофореза. Идентификацию аллелей с использованием оригинального программного обеспечения «GeneMapper».

Определение наличия X/Y- хромосом выполняли методом интерфазной флуоресцентной *in situ* гибридизации (i-FISH) с использованием ДНК-зондов на альфа-сателлитную ДНК X и Y хромосом. Анализ осуществлялся на интерфазных ядрах с использованием центромерного двуцветного ДНК-зонда cen X/Y (AbbottMolecular, США), оценивали 100 нуклеусов в изолированных ядрах с четко очерченными границами.

Статистические методы обработки данных. Применяли методы непараметрической статистики: достоверность различий между независимыми выборками оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Статистически значимым считалось различие при $P < 0,05$. При расчетах использовали программы Excel и STATISTICA для Windows 6.0.

Результаты и их обсуждение. Полученные *in vitro* культуры плацентарных МСК методом проточной цитофлуориметрии были исследованы на соответствие минимальным критериям подлинности МСК, установленными Международным обществом клеточной терапии (ISCT) [1]. Было установлено, что для П-МСК в основной культуре всех частей плаценты были характерны достоверно более низкий уровень экспрессии CD90 ($p < 0,05$), а также более высокое содержание гемопоэтических клеток ($p < 0,05$) по сравнению с МСК 3 и 6 пассажей (Табл.1).

Таблица 1 – Иммунофенотипический анализ П-МСК, полученных из различных частей плаценты

Тип МСК		n	Иммунофенотип, медиана (мин-макс)				
			CD90	CD105	CD73	CD45 ⁺ CD14 ⁺ CD20 ⁺ CD34 ⁺	HLA-DR
Ам-МСК	основн. культура	4	73,4* (56,1-92,6)	96,7 (90,1–99,0)	99,6 (98,5–100)	1,8* (0,5–5,6)	2,1* (0,1–4,3)
	3 пассаж	4	93,0 (92,9–99,9)	96,0 (93,5–99,2)	99,0 (98,8–99,7)	0,6 (0,3–1,9)	0,4 (0,1–1,9)
	6 пассаж	4	93,3 (91,7-93,5)	99,2 (92,7-99,2)	97,5 (96,1-99,5)	0,7 (0,3-1,0)	0,5 (0,1-1,0)
Х-МСК	основн. культура	7	78,5* (54,8–97,0)	97,7 (91,8–99,4)	99,0 (99,0–99,8)	2,0* (0,9–5,0)	1,7* (0,2–3,8)
	3 пассаж	7	94,9 (92,0–99,6)	95,0 (96,3-99,0)	99,7 (98,1-100,0)	2,0 (0,5-3,0)	0,8 (0,1-2)
	6 пассаж	10	95,3 (94,7-100,0)	95,8 (94,6-99,5)	99,3 (93,7-100,0)	1,5 (0,5-2,1)	1,0 (0,5-1,6)
Дц-МСК	основн. культура	5	75,0* (54,2–83,0)	97,0 (92,0–98,7)	99,0 (95,0–99,9)	4,0* (1,3–4,5)	2,4* (1,1–4,3)
	3 пассаж	10	96,5 (95,0-100,0)	99,2 (96,9-100,0)	99,6 (96,6-100,0)	0,7 (0,2-2,0)	0,2 (0,1-2,0)
	6 пассаж	19	97,1 (94,2-99,9)	98,0 (94,0-99,9)	99,5 (94,0-99,9)	0,7 (0,4-2,0)	0,8 (0-1,7)

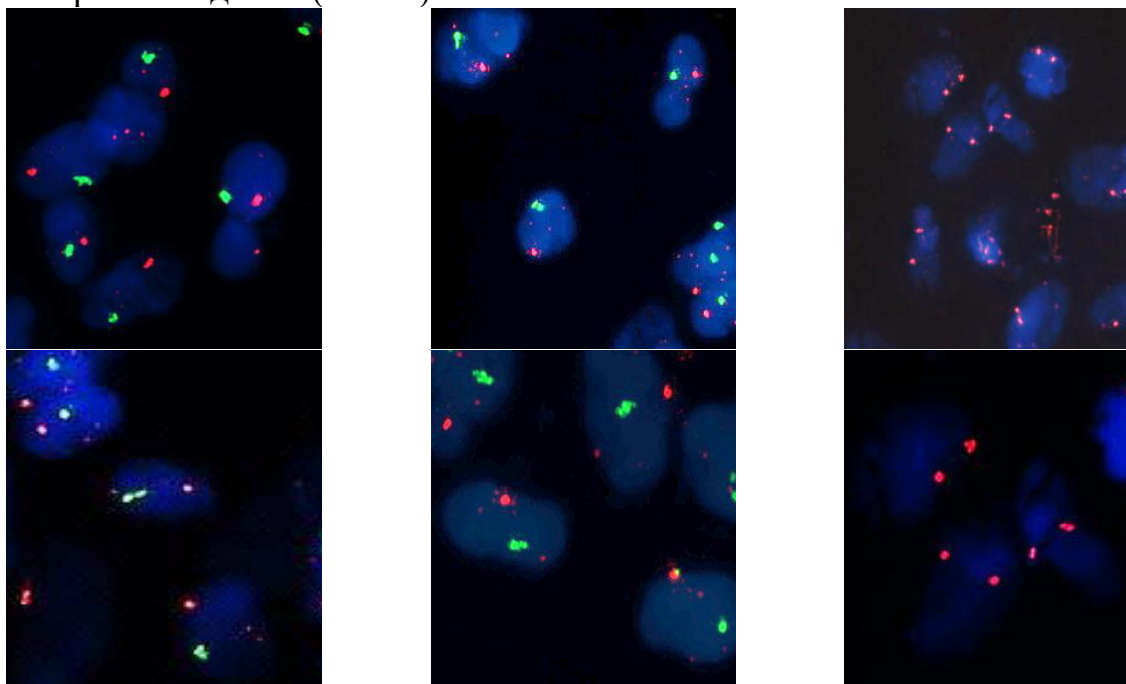
Примечание: Ам-МСК – МСК, полученные из тканей амниона, Х-МСК – МСК, полученные из тканей ворсин хориона, Дц-МСК – МСК, полученные из децидуальной ткани, * - $p < 0,05$ при сравнении основной культуры МСК с 3 и 6 пассажами

После культивирования в течение 34-36 дней (3 пассаж) и дальнейшей экспансии в течение 55-58 дней (6 пассаж) более 90% клеток экспрессировали маркеры МСК – CD90, CD105, CD73, а примесь гемопоэтических клеток (CD45⁺CD14⁺CD20⁺CD34⁺/HLA-DR⁺) составляла <2%. Что полностью соответствует минимальным критериям МСК и говорит об однородности популяции клеток. Иммунофенотип МСК,

полученных из тканей амниона (Ам-МСК), из тканей ворсин хориона (Х-МСК) и из децидуальной ткани (Дц-МСК) не отличался между собой, как на 3, так и на 6 пассажах ($p > 0,05$).

Методом STR-ПЦР анализа было проанализировано 5 образцов всех тканей плаценты и 2 образца пуповинной крови (Табл. 2). Результаты анализа частот аллелей 11 микросателлитных локусов в культурах клеток показали, что все культуры П-МСК, полученные из децидуальной ткани, были материнского происхождения, все П-МСК, полученные из амниотической оболочки и ворсин хориона, имели плодное происхождение.

Дополнительно методом интерфазной флуоресцентной *in situ* гибридизации (i-FISH) с использованием ДНК-зондов на альфа-сателлитную ДНК X и Y хромосом было выполнено исследование культур П-МСК ($n=9$), плацент, полученных от новорожденных мальчиков. Установлено, что в культурах П-МСК, полученных из децидуальной ткани ($n=3$) визуализировались XX хромосомы, что подтверждает их материнское происхождение, а в культурах П-МСК, выделенных из тканей амниона ($n=3$) и ворсин хориона ($n=3$) – XY хромосомы, что доказывает их плодное происхождение (Рис. 1).



А – МСК из амниотической оболочки (донор 4), Б – МСК из тканей ворсин хориона (донор 4), В – МСК из децидуальной ткани (донор 4), Г – МСК из амниотической оболочки (донор 5), Д – МСК из тканей ворсин хориона (донор 5), Е – МСК из децидуальной ткани (донор 5)

Рисунок 1 – Определение наличия X/Y- хромосом методом интерфазной флуоресцентной *in situ* гибридизации (i-FISH) с использованием ДНК-зондов на альфа-сателлитную ДНК X и Y хромосом ($\times 1000$), red- сигнал- альфа-сателлитная ДНК X-хромосомы, green-сигнал-альфа-сателлитная ДНК Y-хромосомы

Выводы. Применение коллагеназы I для извлечения МСК из различных частей послеродовой плаценты позволяет еще в основной

культуре получить однородные клетки, 95% из которых экспрессирует маркеры МСК – CD105, CD73 и примесь гемопоэтических клеток ($CD45^+CD14^+CD20^+CD34^+/HLA-DR^+$) составляет менее 2%, что особенно значимо для выделения МСК из ткани амниона, при котором наблюдается высокая контаминация эпителиальными клетками. Фермент может быть применен для выделения как МСК плодного происхождения из тканей амниона и ворсин хориона, так и МСК материнского происхождения из децидуальной ткани, что доказано методами молекулярно-генетического анализа.

Список литературы

1. Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement / M. Dominici [et al.] // Cytotherapy. – 2006. – Vol.8. – P. 315-317.

Таблица 2 – Фрагментарный анализ коротких tandemных повторов микросателлитных ДНК (STR-анализ) П-МСК, полученных из различных частей плаценты

	Материал	D3S1358	vWA	D16S539	D2S1338	Amelogeni n	D8S1179	D2S11	D18S5 1	D19S43 3	TH01	FGA
1	Д1 Ам- МСК	14,16.2	16,18	9,12	17,25	XX	13	27,30.2	14,15	13.2,14. 2	7.3,9.3	20,24
2	Д1 Х-МСК	14,16.2	16,18	9,12	17,25	XX	13	27,30.2	14,15	13.2,14. 2	7.3,9.3	20,24
3	Д1 Дц-МСК	14	16,17	11,12	25,26	XX	13	27,29	14,15	13.2,14	8.3,9.3	21,24
4	Д2 Ам-МСК	16,18	15,18	11,12	16,25	XY	12,13	29,30.2	14,20	13,14	6,7	22,25
5	Д2 Х-МСК	16,18	15,18	11,12	16,25	XY	12,13	29,30.2	14,20	13,14	6,7	22,25
6	Д2 дец.ткань	17,18	15,17	12	16,20	XX	12,13	29,30.2	10,20	14	6,9.3	21,25
7	Д3 Ам-МСК	15,16	16,19	11,12	23,25	XX	8,11	28,32	13, 16	12,13	6,9	20,23
8	Д3 Х-МСК	15,16	16,19	11,12	23,25	XX	8,11	28,32	13, 16	12,13	6,9	20,23
9	Д3 Дц-МСК	16	16,17	12	19,23	XX	12	31,32	13,14	13,14	8,9	20,21
10	Д4 Ам-МСК	14,16	15,17	10,12	21,25	XY	14	30,30.2	19,21	12,14	6,9	21,22
11	Д4 Х-МСК	14,16	15,17	10,12	21,25	XY	14	30, 30.2	19,21	12,14	6,9	21,22
12	Д4 Дц-МСК	16,17	15,17	10,11	21,23	XX	12,14	30.2,32.2	15,21	12,14	6,6.3	21,23
13	Д4 пуповин.кровь	14,16	15,17	10,12	21,25	XY	14	30,30.2	19,21	12,14	6,9	21,22
14	Д5 Ам-МСК	16,18	16,17	12,13	19,24	XY	13	30,30.2	14,16	15,16.2	8,9.3	23,24
15	Д5 Х-МСК	16,18	16,17	12,13	19,24	XY	13	30,30.2	14,16	15,16.2	8,9.3	23,24
16	Д5 Дц-МСК	14,18	17	11,12	19	XX	13	30	13,16	15.2,16. 2	6,8	24,26
17	Д5 пуповин.кровь	16,18	16,17	12,13	19,24	XY	13	30,30.2	14,16	15,16.2	8,9.3	23,24

Примечание: Ам-МСК – МСК, полученные из тканей амниона, Х-МСК – МСК, полученные из тканей ворсин хориона, Дц-МСК – МСК, полученные из децидуальной ткани

ЛЕТОВ О.В.

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Институт научной информации по общественным

наукам РАН, г. Москва

e-mail: mramor59@mail.ru

LETOV O.V.

ETHICAL ASPECTS OF GENETIC ENGINEERING

Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian

Academy of Sciences. Moscow

e-mail: mramor59@mail.ru

Аннотация. В статье поднимаются вопросы этических последствий прогресса генетических технологий. В частности, разработка синтетической ДНК является последним в серии достижений в биологии, которые создают проблемы для способов регулирования биотехнологического развития.

Ключевые слова: этика, генетическая инженерия, синтетическая ДНК, идентичность.

Abstract. article raises questions about the ethical implications of the progress of genetic technologies. In particular, the development of synthetic DNA is the latest in a series of achievements in biology that create problems for the methods of regulating biotechnological development.

Keywords. Ethics, genetic engineering, synthetic DNA, identity.

ДНК занимает особое место как «строительный блок жизни» с тех пор, как ее структура была впервые опубликована. Помимо того, что она делает человека человеком, широко распространено мнение, что ДНК также делает каждого уникальной личностью. Когда рождается новый человек, именно ДНК связывает его со своими предками. Более того, ДНК рассказывает людям вещи о них самих и друг о друге. Она позволяет определять, кто жил в определенном месте, кто с кем связан и к каким болезням может быть предрасположен человек. ДНК может дать информацию о происхождении человека, его этнической принадлежности и откуда были его предки [2, р. 250–252].

Эта информация может надежно храниться в человеческих клетках, и чтобы быть известной другим, субъект должен захотеть ею поделиться. Однако возможность синтеза ДНК с нуля ставит все это под сомнение. Синтетическая ДНК (далее «синДНК») является последним в серии достижений в биологии, которые создают проблемы для способов регулирования биотехнологического развития. СинДНК может рассматриваться как еще один аспект синтетической биологии, области, которая уже привлекла значительное внимание биоэтиков за последнее

десятилетие. СинДНК ставит под сомнение понимание генетического родства, идентичности, конфиденциальности и контроля. В частности, разработка синДНК дает возможность переоценить значение, которое человек придает генам. Текущие разработки в таких областях, как исследование гамет, полученных *in vitro*, имеет тенденцию усиливать генетико-эссенциалистский¹ подход к воспроизводству и статусу родителей. Если отказаться от идеи, что гены являются сущностью идентичности или воспроизводства, или что люди должны иметь право контролировать, кто имеет доступ к этим генам, то становится менее обоснованным считать, что сами гены хранят ответы на вопросы об идентичности, воспроизводстве или конфиденциальности [3, p. 1].

Загадочность ДНК можно было поддерживать довольно легко, пока очень немногие люди имели возможность или ресурсы, чтобы «раскрыть», не говоря уже о том, чтобы сконструировать гены. Но положение дел изменилось. Даже те, кто мало знает о генетике, знакомы со спиральной лестничной структурой (двойной спиралью) ДНК с «парами оснований на каждой ступеньке».

До недавнего времени было широко признано, что генетическая информация имеет огромное значение и требует особой защиты в соответствии с законом. После того, как человеческий геном был секвенирован, у людей появилось обоснованное опасение, что тот, кто имеет доступ к генетическому составу человека, обладает почти неограниченной информацией, а, следовательно, и власть над этим человеком и его будущим. В основе этих представлений лежит фундаментальное убеждение, что человек – это его гены [1, p.314–316]. Вера в особый статус генов, называемый в академической литературе генетической исключительностью, была подкреплена идеей, что генетические секреты глубоко заложены в человеческих клетках и не могут быть доступны без специального оборудования.

Вполне возможно, что ученые смогут объединить полные хромосомы млекопитающих и даже геномы. Эта возможность, хотя пока еще далекая, ставит некоторые сложные вопросы об отношениях между индивидуумами и их генетическим кодом, а также о том, к каким последствиям может привести производство таких генов в лаборатории. Важно начать размышлять об этических, правовых и нормативных последствиях этой технологии задолго до того, как она станет реальностью.

¹ Генетический эссенциализм касается веры в то, что человеческая идентичность и личностные черты «жестко связаны» с геномом и что они внутренне определены и могут быть предсказаны генетической структурой.

Список литературы

1. Brock D.W. Human cloning and our sense of self // Science, 2002. – Vol. 296. – P. 314–316.
2. Lewis A.C.F., Molina SJ, Appelbaum P.S., et al. Getting genetic ancestry right for science and society // Science, 2022. – Vol.376. – P. 250–252.
3. Villalba A, et al. The ethics of synthetic DNA // Journal of Medical Ethics, 2024. – Vol.0. – P. 1–8. doi:10.1136/jme-2024-110124 1

ЛЯХ Е.Г., ШИТИКОВА М.Г., НОВИКОВА М.А., ИСАЙКИНА Я.И.
**ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ
 КЛЕТОК ПЛАЦЕНТЫ В ИММУНОСУПРЕССИВНОЙ
 КЛЕТОЧНОЙ ТЕРАПИИ**

*Республиканский научно-практический центр детской онкологии,
 гематологии и иммунологии, г. Минск, Республика Беларусь
 e-mail: labkbc@oncology.by*

LIAKH E.G., SHYTIKOVA M.G., NOVIKOVA M.A., ISAIKINA Y.I.
**POTENTIAL OF PLACENTAL MESENCHYMAL STEM CELLS IN
 IMMUNOSUPPRESSIVE CELL THERAPY**

*Belarussian Research Center for Pediatric Oncology, Hematology and
 Immunology, Minsk, Belarus
 e-mail: labkbc@oncology.by*

Аннотация: Мезенхимальные стволовые клетки (МСК) применяются для клеточной терапии широкого спектра различных заболеваний, связанных с нарушением иммунитета (аутоиммунные заболевания, реакция «трансплантат против хозяина» и др. Наиболее широко используемыми в терапии являются МСК костного мозга, но МСК плаценты могут выступать альтернативным источником МСК. В статье исследованы иммуносупрессивные свойства МСК из различных частей послеродовой плаценты, для определения наиболее перспективной для применения в клеточной терапии.

Ключевые слова: мезенхимальные стволовые клетки, плацента, децидуальная оболочка, хорион, амнион, иммуносупрессия.

Abstract: Mesenchymal stem cells (MSCs) are used for cell therapy of a wide range of various immune disorders (autoimmune diseases, graft-versus-host disease, etc.). The most widely used in therapy are bone marrow MSCs, but placental MSCs can act as an alternative source of MSCs. The article examines the immunosuppressive properties of MSCs from various parts of the full-term placenta to determine the most promising for use in cell therapy.

Keywords: mesenchymal stem cells, placenta, decidual tissue, chorionic tissue, amniotic membrane, immunosuppression

Цель исследования. Оценить иммуномодулирующие свойства МСК, выделенные из различных тканей плаценты, для дальнейшего использования их иммуносупрессивного потенциала для лечения иммуноопосредованных заболеваний.

Материалы и методы исследования. МСК плаценты (П-МСК) были выделены из фрагментов послеродовой плаценты ($n=7$), после получения информированного согласия. П-МСК выделяли ферментативным методом с применением коллагеназы I из различных анатомических слоев плаценты. МСК костного мозга (КМ-МСК) получали из проб костного мозга здоровых доноров ($n=8$). Экспансию МСК проводили по стандартной методике. Для оценки иммуномодулирующей активности использовали МСК 3-6 пассажей.

Смешанная культура клеток. МНК были выделены из периферической крови ($n=12$) и помещены в 24-луночный планшет по $0,5 \times 10^6$ клеток на лунку (Sarstedt, Германия) на предварительно облученные П-МСК ($n=33$) или КМ-МСК ($n=8$) в соотношении 1:1 и без МСК (положительный контроль, $n=12$). Для стимуляции пролиферации к лимфоцитам добавляли фитогемагглютинин (ФГА) (Sigma, США) в концентрации 2 мкг/мл. Таким образом, МНК каждой пробы культивировались в 3 вариантах при различных условиях: МНК, МНК + ФГА, МНК + МСК + ФГА. Исследование субпопуляционного состава клеток проводили перед культивированием (0-е сутки) и на 5-е сутки культивирования, подсчитывали абсолютное и относительное количество клеток, оценивали их жизнеспособность и иммунофенотип.

Иммунофенотипический анализ. Подлинность культуры П-МСК и КМ-МСК подтверждали с использованием набора моноклональных антител (МКА) в составе CD73 APC, CD90 FITC, CD105 VioBlue, CD34 PE, CD45 PE, CD14 PE, CD19 PE, Anti-HLA-DR VioGreen и изотипического контроля, входящего в набор (MSC Phenotyping Kit human, Miltenyi Biotec GmbH, Германия). Для анализа субпопуляционного состава и оценки активности лимфоидных клеток проводили окрашивание моноклональными антителами (МКА), конъюгированными с FITC, PE, PC5, PC7, APC, APCAF750, Krome Orange, согласно инструкции фирм-производителей, в следующих комбинациях: CD4/CD38/CD7AAD/Anti-HLA-DR/CD45/CD3; CD3/CD56+16/CD4/CD45/CD8/Anti-HLA-DR/CD38.

Статистические методы обработки данных. Для оценки достоверности различий между выборками применяли методы непараметрической статистики (U-критерий Манна-Уитни). Статистически значимым считалось различие при $P < 0,05$. При расчетах использовали программы Excel и STATISTICA для Windows 6.0.

Результаты и их обсуждение. Для оценки ингибирующего действия МСК на каждую исследуемую популяцию лимфоцитов, прирост клеток этой популяции, стимулированных ФГА приняли за единицу, и сравнили между собой прирост клеток на подложках из Ам-МСК (n=8), Х-МСК (n=11), Дц-МСК (n=14) и КМ-МСК (n=8).

Во всех случаях присутствие в культуре МСК, как из различных тканей плаценты, так и из КМ-МСК приводило к супрессии пролиферации Т-лимфоцитов (CD3⁺) по сравнению с культурой без МСК. Снижение прироста CD3⁺ Т-лимфоцитов в среднем в 2,5 раза наблюдалось при сокультивировании с Ам-МСК (p<0,01), в 3,0 раза – с Х-МСК (p<0,01), в 3,1 раза – с Дц-МСК (p<0,01) и в 2,3 раза – с КМ-МСК (p<0,01) (Рис.1). МСК из всех тканей плаценты и КМ-МСК ингибировали Т-лимфоциты как ранней (CD3⁺CD38⁺) (p<0,01), так и поздней (CD3⁺HLA-DR⁺) активации (p<0,01). Не было установлено различий в иммуносупрессивной активности между П-МСК плодного и материнского происхождения и МСК костного мозга.

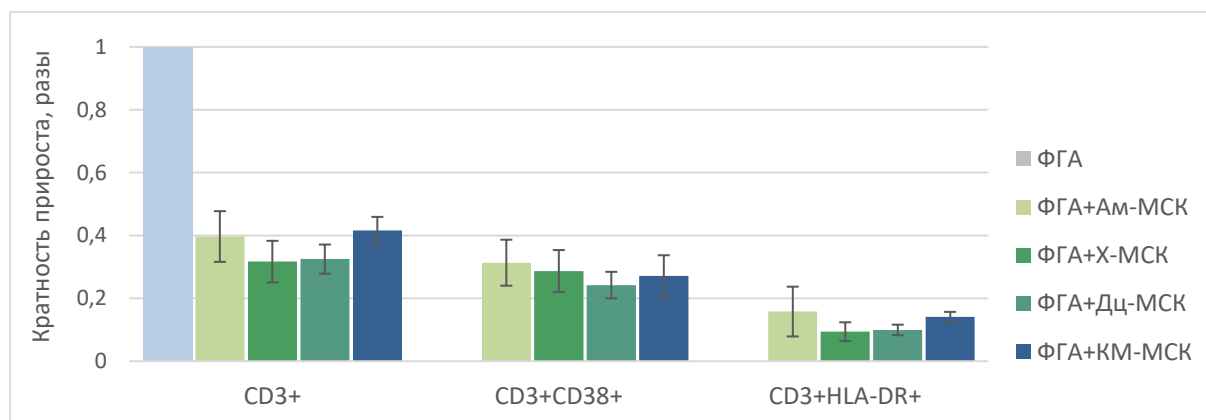


Рисунок 1 - Динамика прироста CD3⁺ клеток, стимулированных митогеном (ФГА) при сокультивировании с различными типами МСК, *p <0,05.

Влияние различных типов МСК на митоген-стимулированные Т-хелперы выражалось в достоверном снижении активированных Т-хелперов (CD3⁺CD4⁺) в 2 раза при сокультивировании с Ам-МСК (p<0,01) и в 2,3 раза – с Х-МСК, Дц-МСК и КМ-МСК (p<0,01) (Рис. 2). Во всех случаях наблюдалась редукция Т-лимфоцитов, как ранней активации (CD3⁺CD38⁺) (p<0,01), так и поздней активации (CD3⁺HLA-DR⁺) (p<0,01).

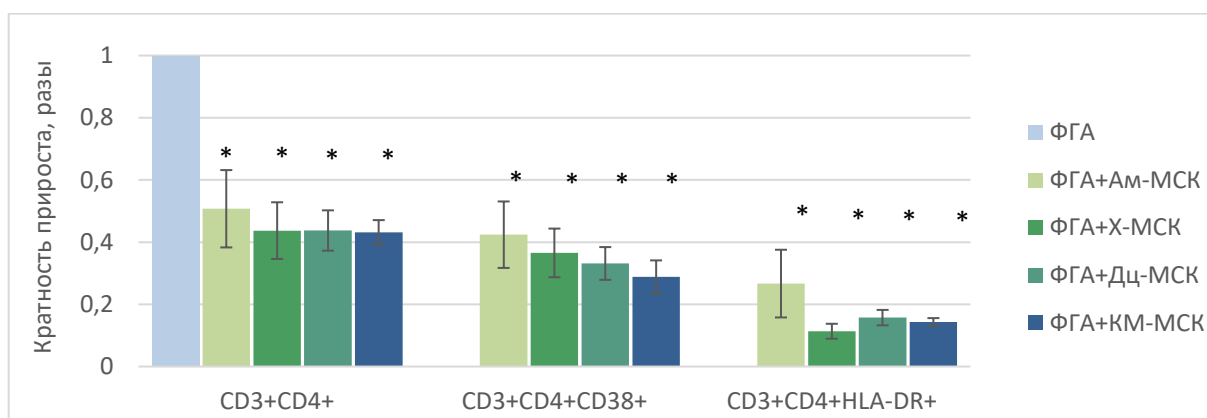


Рисунок 2 – Динамика прироста $CD3^+CD4^+$ клеток, стимулированных митогеном (ФГА) при сокультивировании с различными типами МСК, * $p < 0,05$.

Наши результаты показали, что все исследуемые МСК оказывали супрессирующее действие на пролиферацию и активацию $CD3^+CD8^+$ цитотоксических Т-лимфоцитов (ЦТЛ) (Рис.3). Ам-МСК ингибировали пролиферацию $CD3^+CD8^+$ клеток в 3,4 раза ($p < 0,01$), Х-МСК – в 2,9 раз ($p < 0,01$), Дц-МСК – в 4,2 раза ($p < 0,01$), а КМ-МСК в 2,8 раза ($p < 0,01$).

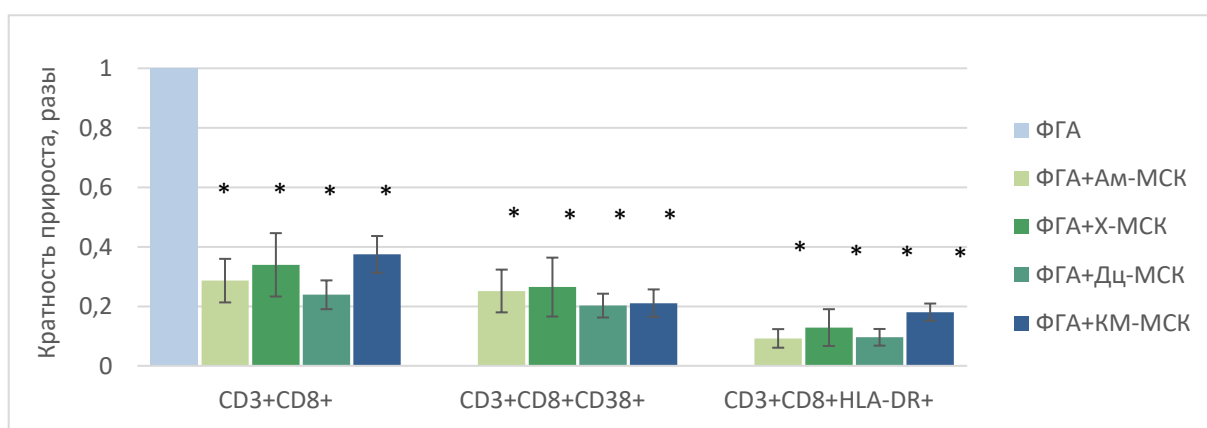


Рисунок 3 – Динамика прироста $CD3^+CD8^+$ клеток, стимулированных митогеном (ФГА) при сокультивировании с различными типами МСК, * $p < 0,05$.

Полученные нами данные свидетельствовали, что иммуносупрессивная активность МСК, выделенных из амниотической оболочки, хориона, децидуальной ткани плаценты и костного мозга, не отличалась, и все МСК достоверно снижали пролиферацию $CD3^+$ лимфоцитов и их субпопуляций —

Т-хелперов и ЦТЛ ($p < 0,01$), как на стадии ранней активации, так и на поздней ($p < 0,01$). В то же время Roelen D. L. с соавт. и Gonz'alez P.L. с соавт. продемонстрировали, что МСК плодного происхождения, полученные из амниотической оболочки, амниотической жидкости или из

хориона, оказывают более сильное ингибирующее действие на Т-клетки по сравнению с материнскими МСК из децидуальной ткани [4, 1]. С другой стороны, Erkers с соавт. отмечают, что МСК из материнских тканей являются наиболее иммуномодулирующими клетками среди всех тканей плаценты, связывая это с их биологической ролью в организме, а именно поддержании фетоматеринской толерантности [3]. Сопоставимые иммуносупрессивные свойства П-МСК по сравнению с КМ-МСК и МСК жировой ткани были продемонстрированы и в других исследованиях [2].

В исследовании иммуносупрессивных свойств П-МСК в качестве подложки использовали МСК из тканей плаценты 3 (n=17) и 6 (n=16) пассажей. Была проведена оценка влияния продолжительности культивирования на сохранность ингибирующего действия МСК на пролиферацию различных субпопуляций Т-лимфоцитов и их активацию (Рис. 4).

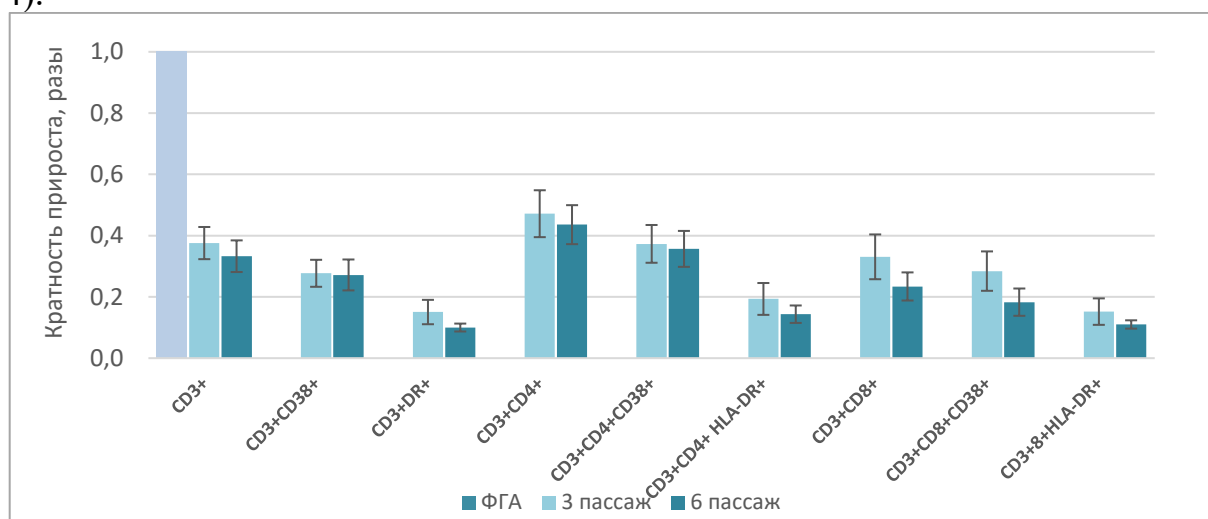


Рисунок 4 – Динамика прироста различных популяций Т-лимфоцитов, стимулированных митогеном (ФГА) при сокультивировании с П-МСК 3 и 6 пассажей, * $p < 0,05$.

Анализ полученных данных показал отсутствие достоверных различий в иммуносупрессивных свойствах МСК 3 и 6-го пассажей, и сохранности редуцирующего действия П-МСК в отношении $CD3^+$ клеток ($p < 0,01$), $CD3^+CD4^+$ клеток ($p < 0,01$) и $CD3^+CD8^+$ клеток ($p < 0,01$), независимо от срока культивирования клеток.

Выводы. МСК, полученные из амниотической оболочки, хориона и децидуальной ткани плаценты достоверно снижают пролиферацию Т-лимфоцитов ($CD3^+$) и их основных субпопуляций: Т-хелперов ($CD3^+CD4^+$) и цитотоксических Т-лимфоцитов ($CD3^+CD8^+$) на ранней и поздней стадиях активации ($p < 0,05$), при этом иммуносупрессивный потенциал МСК из этих тканей не отличался между собой ($p > 0,05$), был сопоставим с МСК из костного мозга и сохранялся в течение длительного культивирования до 6-го пассажа ($p > 0,05$). Полученные результаты

свидетельствуют о возможности получения из тканей послеродовой плаценты доступного биомедицинского клеточного продукта с высоким иммуномодулирующим потенциалом.

Список литературы

1. Chorion mesenchymal stem cells show superior differentiation, immunosuppressive, and angiogenic potentials in comparison with haploidentical maternal placental cells / P.L. González [et al.] // Stem Cells. – 2015. – Vol. 4, № 10. – P.1109–1121.
2. Comparison of immunomodulatory effects of placenta mesenchymal stem cells with bone marrow and adipose mesenchymal stem cells / J.M. Lee [et al.] // Int Immunopharmacol. – 2012. – Vol. 13, № 2. – P.219–224.
3. Decidual stromal cells promote regulatory T cells and suppress alloreactivity in a cell contact-dependent manner / T. Erkers [et al.] // Stem Cells Dev. – 2013. – Vol. 22, № 19. – P.2596–2605.
4. Differential immunomodulatory effects of fetal versus maternal multipotent stromal cells / D.L. Roelen [et al.] // Hum Immunol. – 2009. – Vol. 70, № 1. – P.16–23.

СЛЕСАРЕВА Т.А., ГРУЗДЕВА О.В.
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ
ОСТЕОГЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ В МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ
СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ ЖИРОВОЙ ТКАНИ ЭПИКАРДИАЛЬНОЙ
И ПОДКОЖНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ
ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА**

Кемеровский государственный медицинский университет, г.

Кемерово

e-mail: soloveva081296@mail.ru

SLESAREVA T.A., GRUZDEVA O.V.
**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EXPRESSION LEVEL
OF OSTEOGENIC DIFFERENTIATION GENES IN MESENCHYMAL
STEM CELLS OF EPICARDIAL AND SUBCUTANEOUS ADIPOSE
TISSUE OBTAINED FROM PATIENTS WITH CORONARY HEART
DISEASE**

¹Kemerovo State Medical University, Kemerovo

e-mail: soloveva081296@mail.ru

Аннотация: Изучение особенностей дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток жировой ткани (МСК ЖТ) различной локализации, на сегодняшний день является актуальной темой, в связи с растущим интересом к их использованию в регенеративной медицине, а также к роли МСК в формировании патологических процессов и состояний. В данной работе установлены различия в остеогенном потенциале МСК ЖТ эпикардиальной и подкожной локализации на основании исследования экспрессии остеогенных маркеров.

Ключевые слова: Мезенхимальные стволовые клетки жировой ткани, RUNX2, Osterix, остеокальцин, щелочной фосфатаза, остеопонтин, эпикардиальная жировая ткань, ишемическая болезнь сердца.

Abstract: The study of the differentiation features of adipose tissue mesenchymal stem cells (MSC AT) of various localization is an urgent topic today, due to the growing interest in their use in regenerative medicine, as well as the role of MSCs in the formation of pathological processes and conditions. In this work, differences in the osteogenic potential of MSC AT of epicardial and subcutaneous localization were established based on a study of the expression of osteogenic markers.

Keywords: Mesenchymal adipose tissue stem cells, RUNX2, Osterix, osteocalcin, alkaline phosphatase, osteopontin, epicardial adipose tissue, coronary artery disease.

Цель исследования. Оценить и сравнить уровни экспрессии генов - маркеров остеогенеза в мезенхимальных стволовых клетках

эпикардиальной жировой ткани (МСК ЭЖТ) и мезенхимальных стволовых клетках подкожной жировой ткани (МСК ПЖТ) пациентов с ИБС.

Материалы и методы исследования. В исследование включено 7 пациентов с ИБС в возрасте до 75 лет. Все пациенты имели показания для проведения открытого вмешательства на сердце – прямой реваскуляризации миокарда методом коронарного шунтирования (КШ). Стволовые клетки эпикардиальной жировой ткани (ЭЖТ) и подкожной жировой ткани (ПЖТ) выделяли из биоптатов ЖТ эпикардиальной и подкожной локализации (3-5 г.). Источник: ЭЖТ – правые отделы сердца, зоны ее наибольшего присутствия (правое предсердие и правый желудочек), ПЖТ – подкожно-жировая клетчатка.

Клетки инкубировали в CO₂ — инкубаторе (5% CO₂, 95% воздуха, 37°C), в среде, поддерживающей рост МСК. Для проведения остеогенной дифференцировки брали клетки 3 пассажа. Дифференцировка клеток проходила в течение 21 дня. Остеогенный потенциал оценивали на 3-й, 15-й и 21-й день культивирования путем определения уровней мРНК специфических остеогенных генов (*RUNX2* (кодирует одноименный транскрипционный фактор), *SP7* (кодирует транскрипционный фактор Osterix), *BGLAP* (кодирует остеокальцин), *ALPL* (кодирует специфичную изоформу щелочной фосфатазы), *SPP1* (кодирует остеопонтин)) методом ПЦР в реальном времени.

Для расчета относительной величины экспрессии использовали метод $\Delta\Delta CT$ (вариант метода Ливака), основанный на определении разницы между значениями CT референсных генов и целевых значений CT для каждого образца. Нормирование результатов ПЦР проводилась с помощью референсных генов АСТВ (β -актин), GAPDH (глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа), B2M (бета-2-микроглобулин).

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам проведенного анализа установлено, что на 3-е сутки культивирования МСК ЭЖТ и МСК ПЖТ в остеогенной среде, уровень экспрессии генов остеогенной дифференцировки в 2-х культурах отличался. Основной ген, ответственный за индукцию остеогенеза – *RUNX2* [1] экспрессировался в МСК ЭЖТ в 1,9 раза выше, чем в МСК ПЖТ ($p=0,0012$), также проявился и ген, кодирующий тканеспецифическую щелочную фосфатазу (*ALPL*), уровень которой в МСК ЭЖТ в 4,2 превышал экспрессию в МСК ПЖТ ($p=0,0012$) (Таблица 1). Вариация уровней экспрессии генов в МСК ЖТ разной локализации может объясняться тканевой специфичностью клеток, что является их главной особенностью [2]. Микроокружение, в котором пребывают МСК *in vivo* во многом определяет их биологические характеристики [3].

Таблица 1 – Сравнение уровней экспрессии остеогенных генов в МСК ЖТ разной локализации пациентов с ИБС на 3-е сутки дифференцировки

Локализация жировой ткани	Δ Ct <i>RUNX2</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SP7</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>BGLAP</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>ALPL</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SPPI</i> , Me [25;75]
Эпикардальная жировая ткань	11,9[9,6;15,3]	0,5[0,38;1]	0,21[0,12;1]	2,1[1,3;4,9]	0,01[0;0,01]
Подкожная жировая ткань	6,2[4,6;8,5]	0,9[0,12;1]	0,01[0;0,12]	0,5[0,3;1]	2,3[1;4]
Уровень значимости (P)	0,002	0,95	0,0012	0,0012	0,0012

К 15-му дню эксперимента, МСК ЭЖТ начинали терять экспрессию гена *RUNX2*, в то время как в МСК ПЖТ уровень данного маркера увеличился, по сравнению с 3-ми сутками. Количество мРНК транскрипционного фактора *SP7* в культурах, полученных из эпикардальной ЖТ в 5,8 раз превышало тот уровень, который экспрессировался в ПЖТ ($p=0,0012$). Кроме этого, гены, кодирующие тканеспецифическую щелочную фосфатазу (*ALPL*), остеопонтин (*SPPI*) и остеокальцин (*BGLAP*) экспрессировались в МСК ЭЖТ в 8,6; 1,6 и 1,6 раза, соответственно, выше, по сравнению с культурами, полученными из ПЖТ ($p=0,0012$) (Таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение уровней экспрессии остеогенных генов в МСК ЖТ разной локализации пациентов с ИБС на 15-е сутки дифференцировки

Локализация жировой ткани	Δ Ct <i>RUNX2</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SP7</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>BGLAP</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>ALPL</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SPPI</i> , Me [25;75]
Эпикардальная жировая ткань	4,5[3,4;6,3]	5,3[4,1;6,93]	4,72[4,6;5,6]	18,2[15,2;20,3]	10,6[9,5;12,3]
Подкожная жировая ткань	7,1[6,2;8,1]	0,9[0,46;2,3]	2,96[2,13;3,45]	2,1[1,54;2,6]	6,32[5,6;7,12]
Уровень значимости (P)	0,002	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012

К окончанию эксперимента, на 21-е сутки культивирования МСК в остеогенной среде, было установлено, что в МСК ЭЖТ максимально экспрессировались гены, кодирующие тканеспецифическую щелочную фосфатазу (*ALPL*) и остеокальцин (*BGLAP*), их уровень в 6,2 и 3,5 раза, соответственно, превышали значения, полученные из МСК ПЖТ ($p=0,0012$). Интересно, что в МСК ПЖТ выявлялась экспрессия гена *RUNX2*, который является ранним маркером остеогенеза и, по данным литературы в остеобластах, то есть на поздних этапах дифференцировки, не выявляется [4]. Уровень специфичных для остеобластов генов (*ALPL*, *BGLAP*) в клетках, полученных из ПЖТ, был значительно ниже, чем в клетках эпикардальной локализации ($p=0,0012$). Однако уровень

экспрессии гена, кодирующего остеоопонтин (*SPPI*) в МСК ПЖТ был выше в 2,6 раза ($p=0,0012$) (Таблица 3).

Таблица 3 – Сравнение кровней экспрессии остеогенных генов в МСК ЖТ разной локализации пациентов с ИБС на 21-е сутки дифференцировки

Локализация жировой ткани	Δ Ct <i>RUNX2</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SP7</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>BGLAP</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>ALPL</i> , Me [25;75]	Δ Ct <i>SPPI</i> , Me [25;75]
Эпикардальная жировая ткань	0,12[0,09;0,45]	1,15[1,06;2,09]	13,78[12,3;14,38]	29,31[28,6;32,1]	3,89[2,3;6,2]
Подкожная жировая ткань	4,6[3,21;5,9]	0,45[0,24;0,71]	3,89[3;6,01]	4,69[4;7,6]	10,32[9,6;12,6]
Уровень значимости (P)	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012

Таким образом, в процессе направленной остеогенной дифференцировки МСК эпикардальной и подкожной локализации были обнаружены разные уровни экспрессии остеогенных маркеров, которые характеризуют потенциал клеток к дифференцировке в остеобласты. Установлено, что уровень экспрессии раннего гена – *RUNX2* был значимо выше в МСК ЭЖТ, также как и последующего, в цепочке активации остеогенеза, транскрипционного фактора – *SP 7* [5]. Уровни мРНК генов, характеризующих окончание дифференцировки клеток в остеобласты – *ALPL*, *BGLAP* также были выше в культурах, полученных из ЭЖТ, за исключением *SPPI*.

Выводы. МСК ЭЖТ обладают большим остеогенным потенциалом по сравнению с МСК ПЖТ, что установлено на основании исследования уровней экспрессии основных генов остеогенной дифференцировки.

Список литературы

1. Min SK, Kim M, Park JB. Bone morphogenetic protein 2-enhanced osteogenic differentiation of stem cell spheres by regulation of Runx2 expression. *Exp Ther Med*. 2020 Nov;20(5):79. doi: 10.3892/etm.2020.9206
2. Chen CF, Chen YC, Fu YS, Tsai SW, Wu PK, Chen CM, Chang MC, Chen WM. Characterization of Osteogenesis and Chondrogenesis of Human Decellularized Allogeneic Bone with Mesenchymal Stem Cells Derived from Bone Marrow, Adipose Tissue, and Wharton's Jelly. *Int J Mol Sci*. 2021 Aug 20;22(16):8987. doi: 10.3390/ijms22168987
3. Нимирицкий П.П., Сагарадзе Г.Д., Ефименко А.Ю., Макаревич П.И., Ткачук В.А. 2018. Ниша стволовой клетки. *Цитология*. 60 (8) : 575–586

4. Amarasekara DS, Kim S, Rho J. Regulation of Osteoblast Differentiation by Cytokine Networks. *Int J Mol Sci*. 2021 Mar 11;22(6):2851. doi: 10.3390/ijms22062851.

5. Fakhry M, Hamade E, Badran B, Buchet R, Magne D. Molecular mechanisms of mesenchymal stem cell differentiation towards osteoblasts. *World J Stem Cells*. 2013 Oct 26;5(4):136-48. doi: 10.4252/wjsc.v5.i4.136.

СЕКЦИЯ 4
ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ,
ПРОИЗВОДСТВО ПРОБИОТИКОВ,
ПРЕБИОТИКОВ, СИНБИОТИКОВ И ИХ
МЕТАБОЛИТОВ

АСМУС М. Г.

**БИФИДОБАКТЕРИИ - ИСТОЧНИКИ ПРОДУКЦИИ
НЕЙРОАКТИВНОЙ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: asmus.mari@mail.ru

ASMUS M. G.

**BIFIDOBACTERIA ARE SOURCES OF NEUROACTIVE GLUTAMIC
ACID PRODUCTION**

Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: asmus.mari@mail.ru

Аннотация: в статье представлены сведения об участии бифидобактерий в образовании гамма-аминомасляной кислоты, приведены данные собственных исследований по активности образования бифидобактериями глутаминовой кислоты. Обсуждается вопрос о видах микроорганизмов, продуцирующих эти метаболиты, подчеркивается физиологическая роль данного метаболита в организме человека.

Ключевые слова: бифидобактерии, кишечный метаболом, глутаминовая кислота, гамма - аминомасляная кислота, продуценты.

Abstract: The article provides information on the participation of bifidobacteria in the formation of gamma-aminobutyric acid, and provides data from our own research on the activity of glutamic acid formation by bifidobacteria. The question of the types of microorganisms producing these metabolites is discussed, and the physiological role of this metabolite in the human body is emphasized.

Keywords: bifidobacteria, intestinal metabolome, glutamic acid, gamma - aminobutyric acid, producers.

Кишечная микробиота человека играет важную роль в регуляции большого количества физиологических процессов, происходящих в центральной нервной системе (ЦНС), в том числе в нейрогенерации, миелинизации нервных волокон, в созревании микроглиальных клеток [1]. Некоторые микроорганизмы продуцируют нейромедиаторы. Так, например, *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus* способны продуцировать ацетилхолин – основной нейротрансмиттер парасимпатической нервной системы, и серотонин, который является ключевым нейромедиатором психоэмоциональных функций [2]. Доказана секреция *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* предшественника дофамина, играющего важную роль в реализации когнитивных процессов, в том числе памяти, внимания и мышления [1, 3]. Поэтому в настоящее время ведется разработка функциональных продуктов, позволяющих

модулировать психоэмоциональную сферу и когнитивные функции человека [4]. Бифидобактерии являются постоянными резидентами кишечного микробиома, они широко используются в качестве производственных штаммов при изготовлении биотиков и продуктов функциональной направленности. Однако информация о роли бифидобактерий в синтезе нейротрансмиттеров очень ограничена.

Цель исследования. Определение роли *Bifidobacterium adolescentis* в синтезе глутаминовой кислоты, как предшественника гамма-аминомасляной кислоты.

Материалы и методы исследования. Исследование состояло из двух этапов - теоретического и практического. На первом этапе изучали данные литературных источников и ресурсов интернета (eLIBRARY, PubMed) за 2018-2022 годы. Поисковые запросы генерировались с помощью слов «кишечный метаболом», «микробиом», «метаболизм», «экзометаболиты», «gut metabolome», «microbiome», «metabolism». Найдено и проанализировано 126 источников. Для работы по выбранной тематике отобрано 45 источников.

Практическая часть работы включала исследование содержания глутаминовой кислоты в клеточной массе и в супернатантах *Bifidobacterium adolescentis* (n=23). Бифидобактерии выделены от лиц с эубиозом бактериологическим методом. Идентификацию осуществляли с помощью коммерческих тест-систем ANAERO-TEST 23 (Lachema, Чехия). Для изучения содержания глутаминовой кислоты культуры бифидобактерий выращивали на жидкой Бифидум-среде (ФБУН ГНЦ ПМБ, Оболенск), далее центрифугировали 20 минут на центрифуге при 3000 об/мин. Определение содержания глутаминовой кислоты проводили с помощью метода ВЭЖХ. Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха.

Результаты и их обсуждение. Кишечный микробиом человека включает в себя большое количество бактерий, продуцирующих различные метаболиты: гистамин, норадреналин, ацетилхолин и другие холины, серотонин, в том числе гамма - аминомасляную кислоту (ГАМК). Главная физиологическая функция ГАМК – это изменение активности основного возбуждающего нейротрансмиттера глутамата, а также образование стойкого равновесия между тормозными и возбуждающими системами. ГАМК взаимодействует со специфическими ГАМК-эргическими рецепторами, тем самым влияет на центральную нервную систему. Она сдерживает возбуждающий стимул пресинаптических (посредством ГАМКВ-рецепторов, которые связаны с потенциал-зависимыми кальциевыми каналами пресинаптических мембран) и постсинаптических (с помощью ГАМКА-рецепторов, связанных с потенциал-зависимыми хлорными каналами) окончаний нейронов. Также известно, что ГАМК не проходит через гематоэнцефалический барьер, но

оказывает миорелаксирующее действие на гладкую мускулатуру, снижает артериальное давление у пациентов на ранней стадии артериальной гипертензии. Она ингибирует выделение гормонов и медиаторов стресса - кортикотропин-рилизинг-фактора, катехоламинов, вазопрессина, провоцирующих сужение сосудов. Ее предшественником является глутаминовая кислота. Известно, что *Lactobacillus brevis*, *Bifidobacterium dentium*, *Bifidobacterium adolescentis* и *Bifidobacterium infantis* синтезируют глутаминовую и гамма-аминомасляную кислоты (ГАМК). Среднее содержание глутаминовой в клеточной массе *Bifidobacterium adolescentis*, выделенных от лиц с эубиозом составило 134,3 (132,3; 135) мкг на 1 г сухого остатка, в супернатантах 1143,9 (1140; 1145) мкг на 1 мл среды. Установлены также штаммовые различия в продукции глутаминовой кислоты. Так штамм *B. adolescentis* ККМЧ №45 был наиболее активен в синтезе предшественника гамма-аминомасляной кислоты (1680,4 мкг на 1 мл среды), тогда как штамм *B. adolescentis* ККМЧ №37 продуцировал 1132,2 мкг глутаминовой кислоты на 1 мл среды.

Выводы. Бифидобактерии являются активными продуцентами глутаминовой кислоты – предшественника ГАМК, что открывает перспективы разработки биопрепаратов на основе метаболитов кишечной микробиоты для использования в терапии артериальной гипертензии и других патологических состояний, связанных с нарушением синтеза ГАМК.

Установлены штаммовые различия в синтезе глутаминовой кислоты бифидобактериями, что обуславливает поиск наиболее активных штаммов-продуцентов с целью их использования в биотехнологических процессах.

Список литературы

1. Аверина, О. В., Даниленко В. Н. Микробиота кишечника человека: роль в становлении и функционировании нервной системы / О. В. Аверина, В. Н. Даниленко // Микробиология. - 2017. - Т. 86. - № 1. - С. 5-24.
2. Маломуж, А. И. Компоненты ГАМКергической сигнализации в периферических холинергических синапсах позвоночных: обзор. / А. И. Маломуж, В. Ильин, Е. Никольский // Аминокислоты. – 2019. - № 51. – С. 1093-1102.
3. Овчинников, А. А. Взаимосвязь микробиоты с психическими заболеваниями / А. А. Овчинников, И. Ю. Климова, Ю. С. Вольная // Сибирский медицинский вестник. - 2022.- Т. 6. - № 2. - С. 63-69.
4. Потенциальная роль кишечной микробиоты в формировании болезни Альцгеймера / Г. Р. Бикбавова, С. И. Лопата, М. Б. Кидалов, В. А. Ахмедов // Русский медицинский журнал. - 2021.- Т. 29. - № 6. С. - 93-95.

^{1,2}ГАЛИМОВА А.Р, ³КЕРИМОВА Г.М, ^{1,3}КОКШАРОВА А.Р, ^{1,4}ЮН И.Р,
^{1,5}ВАРЬЯН И.А, ⁵РОМАНОВ Р.Р, ^{1,4}ПАНОВА Ю.А.

**МИКРОКАПСУЛЯЦИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ
LACTOBACILLUS PLANTARUM ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В
ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

¹ *Институт биохимической физики. им. Н.М. Эмануэля Российской
академии наук, г. Москва*

² *Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова
Российской академии наук, г. Москва*

³ *Российский биотехнологический университет, г. Москва*

⁴ *Российский химико-технологический университет имени Д.И.
Менделеева, г. Москва*

⁵ *Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва
e-mail: alinkamx79@gmail.com*

^{1,2}GALIMOVA A.R, ³KERIMOVA G.M, ^{1,3}KOKSHAROVA A.R, ^{1,4}YUN I.R,
^{1,5}VARYAN I.A, ⁵ROMANOV R.R. ^{1,4}PANOVA Y.A.

**MICROCAPSULATION OF PROBIOTIC BACTERIA
LACTOBACILLUS PLANTARUM FOR USE IN THE PRODUCTION
OF FUNCTIONAL FOOD**

¹ *N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of
Sciences, Moscow*

² *V.M. Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems of Russian
Academy of Sciences, Moscow*

³ *Russian Biotechnology University, Moscow*

⁴ *Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow*

⁵ *Plekhanov Russian University of Economics, Moscow
e-mail: alinkamx79@gmail.com*

Аннотация: представлена технология микрокапсулирования пробиотических бактерий *Lactobacillus plantarum* в тройную капсулу пектин – мальтодекстрин – CaCl_2 – хитозан. Проведена оценка количества жизнеспособных бактерий на каждом этапе микрокапсулирования и влияние лиофильной сушки на жизнеспособность пробиотических бактерий, также проведена оценка морфологии и размеров микрокапсул.

Ключевые слова: пробиотические бактерии, *Lactobacillus plantarum*, микрокапсулирование, гидрогелевые частицы, функциональные продукты питания, пектин.

Abstract: The technology of the microencapsulation of probiotic bacteria *Lactobacillus plantarum* in a triple capsule of pectin – maltodextrin – CaCl_2 – chitosan is presented. The quantity of viable bacteria at each stage of microencapsulation and the effect of freeze-drying on the viability of probiotic bacteria are assessed, and the morphology and size of the microcapsules are also

assessed.

Keywords: probiotic bacteria, *Lactobacillus plantarum*, microencapsulation, hydrogel particles, functional foods, pectin.

В последние годы увеличивается значение пробиотических бактерий в поддержании здоровья, что приводит к увеличению производства функциональных пробиотических продуктов во всем мире [1]. Пробиотики могут усиливать барьерную функцию кишечника, регулировать иммунную функцию, подавлять рост патогенов и поддерживать баланс кишечной флоры, тем самым предотвращая кишечные заболевания. Также они синтезируют витамины и нейромедиаторы.

В настоящее время существует проблема выживаемости пробиотических микроорганизмов в процессе технологической обработки и хранения продуктов питания, а также таргетной доставки до целевого места назначения в кишечнике. Важно, чтобы пробиотики оставались метаболически активными не только после прохождения сильноокислой среды желудка (рН 1,5÷3,0), но и пролиферировали именно в необходимых местах, в том числе в определенных случаях не колонизировали тонкий кишечник [2]. Одним из решений проблемы сохранения метаболической активности пробиотиков является микрокапсулирование.

Цель исследования. Разработка технологии микрокапсулирования пробиотических бактерий пищевыми биополимерами для повышения их жизнеспособности в процессах производства пищевых продуктов и при хранении после лиофильного высушивания при низких температурах.

Материалы и методы исследования. *Lactobacillus plantarum* были выделены из грудного молока. Видовая идентификация проведена с помощью метода MALDI-TOF MS. Культивировали *Lactobacillus plantarum* в бульоне MRS (мясной экстракт 10 г/л, пептон 10 г/л, дрожжевой экстракт 5 г/л, глюкоза 20 г/л, цитрат аммония 2 г/л, ацетат натрия 5 г/л, гидрофосфат калия 2 г/л, сульфат магния 0,2 г/л, сульфат марганца 0,05 г/л, Tween 80 1 г/л), 37 °С, 48 часов (термостат суховоздушный ТВ-80-1). Полученную биомассу отделяли от культуральной жидкости центрифугированием (центрифуга Ohaus Frontier FC 5706) 6 минут при 6000 об/мин. Работы с культурой *Lactobacillus plantarum* проводились в асептических условиях с использованием ламинарного шкафа II класса защиты (БМБ-II-«Ламинар-С»-1,2 Neoteric Lamsystems). Полученные образцы биомассы помещали в предварительно подготовленный композиционный раствор в соотношении 1:9 (бактериальная масса : композиционный раствор).

Подготовка пектина: цитрусовый пектин (Sigma, P-9135, содержание галактуроновой кислоты 76%, степень метоксилирования 8,6%) растворяли в бидистиллированной воде при комнатной температуре и центрифугировали (центрифуга AWEL MF48-R) в течение 1 часа при

12000 об/мин. Пектин очищали последующим переосаждением 48% об/об, изопропанолом содержащим 0,4 М HCl, а затем нейтральным 60% об/об и 96% об/об изопропанолом. Полученный гель диализовали против дистиллированной воды 48 часов, гидромодуль 10 : 1. Очищенный пектин лиофильно высушивали [3]. Приготовление композиционного раствора: очищенный пектин 4% вес/об и мальтодекстрин (AVEBE FOOD, Passelli MD 10) 3% вес/об, как криопротектор, растворяли в бидистиллированной воде на магнитной мешалке. Выдерживали не менее 12 часов до полного растворения пектина и мальтодекстрина. Все растворы, используемые для инкапсулирования и промывания микрокапсул были стерилизованы при 120 °C 20 минут.

Стерилизованный водный раствор очищенного пектина 4% вес/об и мальтодекстрина 3% вес/об смешивали с биомассой *Lactobacillus plantarum*. Перемешивали на Vortex (BioSan, V-1 plus) 2800 об/мин, 3 минуты. Затем откапывали в раствор 0,75 М (8,3% вес/об) хлорида кальция, инициируя процесс гелеобразования, используя перистальтический насос (Ismatec IPC-N8 SM936, внутренний диаметр шланга 0,64 мм, скорость подачи раствора 0,388 мл/мин). Отделяли полученные гидрогелевые частицы от раствора хлорида кальция, трижды промывали стерильной водой и помещали в подготовленный раствор хитозана 0,4% вес/об. Полученные капсулы (*L. plantarum* – пектин – мальтодекстрин – CaCl₂) в растворе хитозана перемешивали в шейкер-инкубаторе (GFL 3032) 100 об/мин, 30 минут. Гидрогелевые частицы, покрытые хитозаном, отделяли от раствора и также трижды промывали стерильной водой. Полученные капсулы (*L. plantarum* – пектин – мальтодекстрин – CaCl₂ – хитозан) замораживали в лабораторном холодильнике при температуре -80 °C, со скоростью охлаждения 1 °C в минуту, 15 часов. Лيوфильно высушивали при температуре -50 °C, p = 0,30 мбар, 9 часов (лиофильная сушка ProfLab).

Количество жизнеспособных клеток после каждого этапа инкапсуляции оценивали методом Коха. Для растворения гидрогелевых частиц капсулы диспергировали в 2% растворе цитрата натрия. Размер и морфологию случайно выбранных микрокапсул после каждого этапа оценивали с помощью оптического микроскопа Olympus BX43, Soft Imaging Solutions GMBH, съёмка на просвет и в отраженном свете.

Результаты исследования и их обсуждение. Определение количества жизнеспособных клеток проводили в трёх образцах (I-III) после каждого этапа. Четвёртый образец (IV) – контрольный, был лиофильно высушен без применения технологии микрокапсулирования. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, микрокапсулирование выбранными полисахаридами (пектином, мальтодекстрином и хитозаном) повысило сохранность жизнеспособных *Lactobacillus plantarum* после лиофильной

сушки в отличие от неинкапсулированного образца. Также видны незначительные потери на первом этапе в процессе инкапсуляции, нивелирование которых требует дополнительных исследований.

Таблица 1 – Количество жизнеспособных *Lactobacillus plantarum* на каждом этапе микрокапсулирования

	I	II	III	IV
0 точка: <i>L. plantarum</i> в питательной среде	$9,5 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^{11}$
1 точка: <i>L. plantarum</i> в композиционном растворе CaCl_2	$8,9 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	-
Вода после промывания	$5,4 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$	$9,5 \cdot 10^2$	-
2 точка: капсулы (<i>L. plantarum</i> –пектин–мальтодекстрин– CaCl_2)	$4,3 \cdot 10^2$	$5,7 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	-
Хитозан	$1,7 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$1,5 \cdot 10^{10}$	-
Вода после промывания	0	0	0	-
3 точка: капсулы (<i>L. plantarum</i> –пектин–мальтодекстрин– CaCl_2 –хитозан)	0	0	0	-
4 точка: капсулы (<i>L. plantarum</i> –пектин–мальтодекстрин– CaCl_2 –хитозан) и <i>L. plantarum</i> после лиофильной сушки	$2,1 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$1,3 \cdot 10^{10}$	-
	$9 \cdot 10^8$	$5,9 \cdot 10^8$	$5,8 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^4$

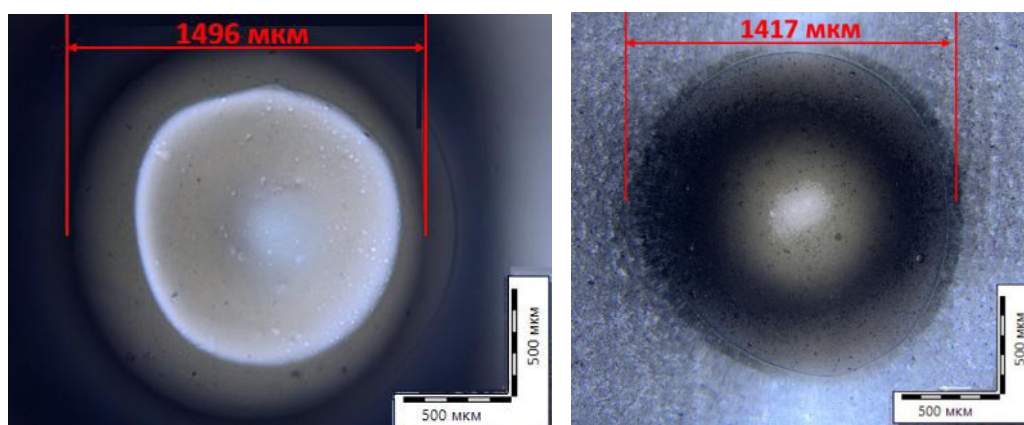


Рисунок 1 – Капсулы: *Lactobacillus plantarum* – пектин – мальтодекстрин – CaCl_2 , съёмка в отражённом свете, увеличение 50X. Диаметр капсулы 1,4-1,5 мм.

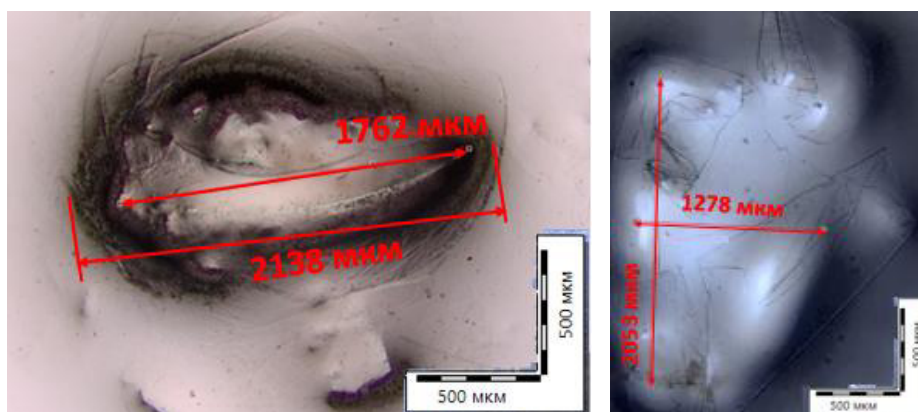


Рисунок 2 – Капсулы: *Lactobacillus plantarum* – пектин – мальтодекстрин – CaCl_2 – хитозан, съёмка в отражённом свете и на просвет, увеличение 50X. Размер капсулы 2,0-2,2 – 1,3-1,8 мм.

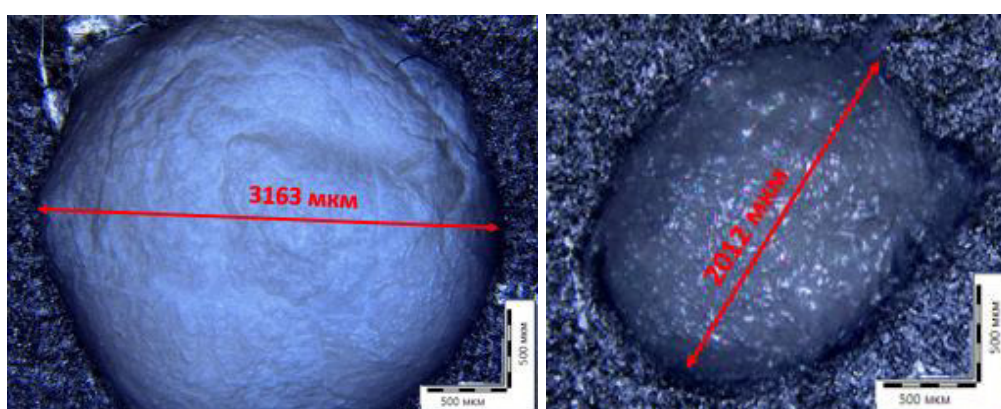


Рисунок 3 – Капсулы: *Lactobacillus plantarum* – пектин – мальтодекстрин – CaCl_2 – хитозан после лиофильной сушки, съёмка в отражённом свете, увеличение 50X. Диаметр капсулы 2,0 – 3, 2 мм.

Выводы. Установлено, что пектин, мальтодекстрин, CaCl_2 и хитозан могут успешно формировать стабильный тройной комплекс, который может быть использован как система доставки пробиотических бактерий. Разработана технология микрокапсулирования *Lactobacillus plantarum* с целью повышения выживаемости и таргетной доставки целевых бактерий.

Список литературы

1. Trush, E. A., Poluektova, E. A., Beniashvili, A. G., Shifrin, O. S., Poluektov, Y. M., & Ivashkin, V. T. (2020). The evolution of human probiotics: Challenges and prospects. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(4), 1291–1299. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09628-4>
2. Pramanik S, Venkatraman S, Vaidyanathan VK. Development of engineered probiotics with tailored functional properties and their application in food science. *Food Sci Biotechnol*. 2023. doi: 10.1007/s10068-023-01252-x
3. L G. Plashchina, M. G. Semenova, E. E. Braudo, V. B. Tolstoguzov. Structural studies of the solutions of anionic polysaccharides IV. *Carbohydrate Polymers* 5 (1985) 159-179.

ЗАВГОРОДНЯЯ П. П., ГУБАРЕВА Е. А., СЛИПЧЕНКО Е.В.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВИТАМИНА В₁₂**

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина
e-mail: zavgorodnyaya@mail.ru

ZAVGORODNYAYA P. P., GUBAREVA E. A., SLIPCHENKO E.V.
**USING THE MICROBIAL SYNTHESIS METHOD TO OBTAIN
VITAMIN B₁₂**

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
e-mail: zavgorodnyaya@mail.ru

Аннотация: Исследован метод микробного синтеза витамина В₁₂ штаммом *P. freudenreichii subsp. shermanii* B-1695. Установлено, что оптимальная концентрация CoCl₂ для максимального выхода (1.72 г/л) составляет 0.03 г/л, а наилучшая стабильность витамина достигается при хранении при +4.6°C. Модифицированная методика капиллярного электрофореза позволяет эффективно анализировать содержание В₁₂.

Ключевые слова: витамин В₁₂, кобаламин, *Propionibacterium freudenreichii*, микробиологический синтез, капиллярный электрофорез.

Abstract: The method of vitamin B₁₂ microbial synthesis by the strain *P. freudenreichii subsp. shermanii* B-1695 was studied. It was found that the optimal concentration of CoCl₂ for the maximum yield (1.72 g/l) is 0.03 g/l, and the best stability of the vitamin is achieved when stored at +4.6°C. A modified capillary electrophoresis technique allows for effective analysis of the B₁₂ content.

Keywords: vitamin B₁₂, cobalamin, *Propionibacterium freudenreichii*, microbiological synthesis, capillary electrophoresis.

Витамин В₁₂ представляет собой группу биологически активных веществ, называемых кобаламинами. Он является важным коферментом и необходим каждой клетке организма. Несмотря на относительно небольшую среднесуточную потребность в витамине В₁₂, вследствие различных факторов почти 40% населения страдает его недостаточностью, а некоторые группы – острым дефицитом [1].

Растущая распространенность данной проблемы является одним из ключевых факторов, способствующих росту рынка В₁₂ во всём мире. Несмотря на то, что в России есть компании-производители кобаламина, российский рынок настолько мал, что не может конкурировать с зарубежными. К тому же в РФ отсутствует производство функциональных продуктов питания, содержащих витамин В₁₂ [2].

Целью исследования было изучение увеличения выхода получаемого методом микробного синтеза витамина В₁₂, который, может

быть, в дальнейшем использован для производства функциональных продуктов питания, а также модификацию методики его определения.

Материалы и методы исследования. В качестве продуцента витамина В₁₂ был выбран штамм бактерий *Propionipionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* B-1695, культивирование которого производили на стандартной среде Бифидум (панкреатический гидролизат казеина – 30,0 г/л; экстракт пекарских дрожжей – 5,0 г/л; глюкоза – 7,5 г/л; лактоза – 2,5 г/л; цистеин – 0,5 г/л; натрий хлористый – 2,5 г/л; магний сернокислый – 0,5 г/л; кислота аскорбиновая – 0,5 г/л; натрий уксуснокислый – 0,3 г/л; агар – 0,75 г/л) с добавлением хлорида кобальта в диапазоне концентраций от 0,005 до 0,1 г/л. Как известно, кобальт является предшественником кобаламина, поэтому от его концентрации зависит выход продукта [3]. Однако избыточное количество кобальта значительно замедляет прирост биомассы бактерий.

Морфология бактерий представлена на рисунке 1.

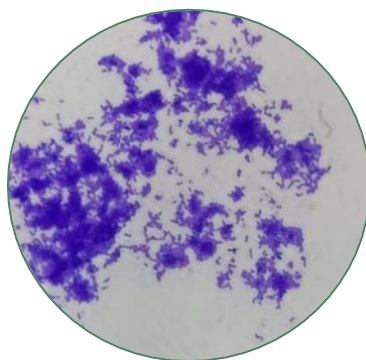


Рисунок 1 – Морфология бактерий
Propionipionibacterium freudenreichii subsp. shermanii B-1695

рН среды было доведено до 7, после чего бактерии культивировали при температуре 30°C в течение 5 дней.

Для оценки сохранности полученного витамина В₁₂ в различных температурных условиях часть полученных образцов хранилась при температуре -21,1 °С, другая - +4,6 °С, третья – при комнатной температуре.

Для количественного анализа содержания кобаламина в полученной биомассе был выбран метод капиллярного электрофореза, поскольку он относительно простой, быстрый, экологичный и недорогой.

Условия анализа были подобраны путём варьирования таких параметров как: характеристики капилляра, состав фонового электролита, длина волны измерения, напряжение, давление и время ввода пробы.

Были приготовлены стандартные растворы витамина различной концентрации и установлена линейная зависимость между концентрацией градуировочного раствора и площадью пика на электрофореграмме (рисунок 2). Полученная градуировочная зависимость использовалась для

анализа содержания кобаламина в пробах культуральной жидкости и биомассы бактерий.

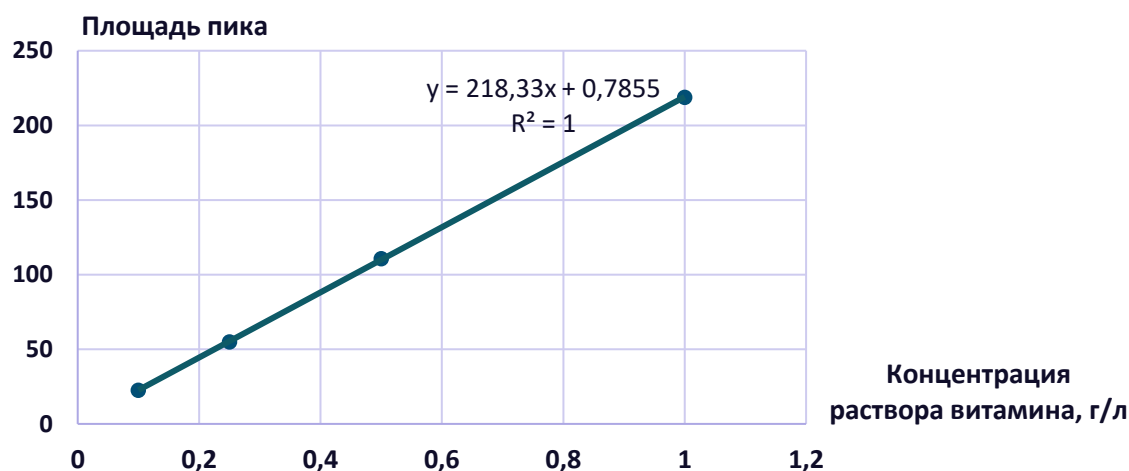


Рисунок 2 – Градуировочная зависимость площади пика на электрофореграмме от концентрации раствора кобаламина

Извлечение витамина из биомассы производилось её перемешиванием с изопропиловым спиртом (5:1) в течение 30 минут. Культуральную жидкость и полученный после извлечения из биомассы раствор центрифугировали при 5000 оборотах в течение 5 минут, после чего анализировали.

Результаты исследования и их обсуждение. Было установлено, что при увеличении концентрации хлорида кобальта, содержание получаемого витамина B₁₂ растёт до определённого момента, после чего падает, причём максимум достигается при концентрации хлорида кобальта 0,03 г/л. Полученное количество витамина составило 1,72 г/л. (рисунок 3).

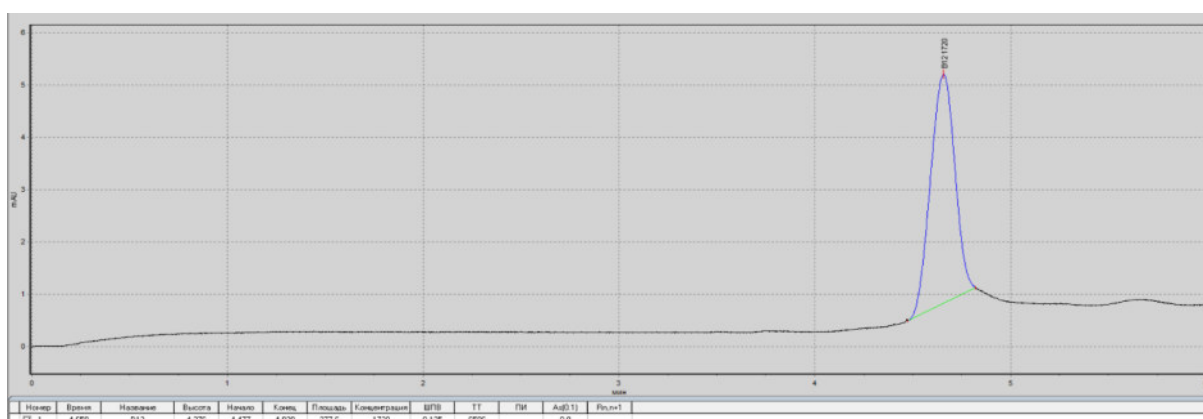


Рисунок 3 – Электрофореграмма полученного образца бактерий после глубинного культивирования

Обнаружено, что при хранении образцов при комнатной температуре и при -21,1 °С они сохранялись хуже, чем при +4,6 °С, что проявлялось в

более быстром уменьшении количества витамина. Значительное уменьшение концентрации наблюдается уже после 4-5 дней хранения.

Выводы. Установлено, что штамм *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* В-1695 является эффективным продуцентом витамина В₁₂, обеспечивающим выход до 1,72 г/л при оптимизации условий культивирования.

Определена оптимальная концентрация хлорида кобальта (0,03 г/л), обеспечивающая максимальный синтез витамина В₁₂ без замедления роста биомассы. Хранение кобаламина при температуре +4,6°C обеспечивает его наибольшую стабильность по сравнению с замораживанием или хранением при комнатной температуре.

Полученные результаты создают научную основу для разработки технологий производства функциональных пищевых продуктов, обогащенных витамином В₁₂, с использованием отечественных микробных продуцентов, а модифицированная методика количественного определения кобаламинов методом капиллярного электрофореза позволит эффективно, быстро и экономично производить анализ продуктов культивирования.

Список литературы

1. Vitamin B₁₂ – An Overview // Vitamin B12 & Health: сайт. – URL: <https://www.b12-vitamin.com/overview/#whatisvitaminb12> (дата обращения: 01.12.2024)
2. Vitamin B₁₂ Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Cyanocobalamin, Methylcobalamin, Adenosylcobalamin, and Hydroxocobalamin), By Application (Food Grade, Pharmaceutical Grade, and Feed Grade), By End-user (Pharmaceutical Industry, Food & Nutraceuticals Industry, and Others), and Regional F // Fortune Business Insights: сайт. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/vitamin-b12-market-104816> (дата обращения: 22.01.2025)
3. Характеристика витамина В₁₂ и основные продуценты при его получении / Л. Ф. Сахибгараева, А. И. Марахова, Д. К. Смагулова, И. Е. Станишевская // Фармацевтическая технология и нанотехнологии. – 2015. – № 12. – С. 104-107.

СЕКЦИЯ 5
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ЭКСПЕРТИЗА
ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
СИНТЕЗА И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ДОБАВОК

ВАСИЛЬЕВА Н.А., ГУБИНА О.А., РЕВУЦКАЯ Н.А., ПОЛЯКОВА И.В.,
ПАВЛОВ А.Н.

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ
МИКРОБНОЙ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ЛИЗИНОПРИЛА
ДИГИДРАТА**

*НИЦ «Курчатовский институт» - ВНИИРАЭ, г. Обнинск
e-mail: nellyanat@yandex.ru*

VASILEVA N.A., GUBINA O.A., REVUTSKAYA N.A., POLYAKOVA I.V.,
PAVLOV A.N.

**EXPERIENCE OF USING GAMMA RADIATION FOR MICROBIAL
DECONTAMINATION OF LISINOPRIL DIHYDRATE**

*NRC «Kurchatov Institute» – RIRAE, Obninsk
e-mail: nellyanat@yandex.ru*

Аннотация: В работе представлены результаты исследований действия гамма-излучения на уровень микробного загрязнения субстанции для производства лекарственных форм - лизиноприла дигидрата. В результате обработки ионизирующим излучением получен продукт, отвечающий нормативным требованиям по микробиологическим показателям. Анализ на содержание действующего вещества отклонений между облучённым и необлучённым сырьём не выявил.

Ключевые слова: лизиноприла дигидрат, субстанция для производства лекарственных препаратов, гамма-излучение, радиационные технологии.

Abstract: The paper presents the results of evaluating the efficiency of gamma radiation for the microbial decontamination of a substance for the production of medicinal forms - lisinopril dihydrate. As a result of treatment with ionizing radiation, a product was obtained that meets regulatory requirements for microbiological indicators. Analysis of the content of the active substance did not reveal any deviations between the irradiated and non-irradiated raw materials.

Keywords: lisinopril dihydrate, substance for the production of medicines, gamma radiation, radiation technologies.

Цель исследования. Изучить возможность применения гамма-излучения для микробной деконтаминации фармацевтической субстанции лизиноприла дигидрата.

Ионизирующее излучение нашло широкое применение в стерилизации перевязочных материалов, хирургических инструментов, фармпрепаратов и других медицинских товаров. Некоторые виды продукции фарминдустрии предусматривают исключительно радиационный метод стерилизации. К таким товарам относятся: закрытые

упакованные изделия, термочувствительные и гигроскопичные материалы, изделия и материалы, адсорбирующие химические реагенты. Главными достоинствами радиационной стерилизации являются:

- высокая эффективность обезвреживания микроорганизмов;
- совместимость метода с любыми видами герметичной упаковки
- возможность обеззараживания крупногабаритных медицинских изделий и больших партий товара;
- простота и надежность процесса;
- отсутствие химического загрязнения продукции.

Для этого метода стерилизации дозу поглощения устанавливают от 10 до 50 кГр. Допускается использование других доз, если предварительно доказано, что выбранный режим обеспечивает необходимый и воспроизводимый уровень летальности микроорганизмов [2].

Преимуществом радиационной стерилизации является её низкая химическая активность и легко контролируемая доза излучения, которая может быть точно измерена. Для радиационной стерилизации не нужны особые условия, такие как температура, влажность и т.д. Исключение составляют растворы и термолабильные соединения, которым необходимы дополнительные меры (криозащита, радиопротекторы) [3].

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали субстанцию для производства лекарственных форм лизиноприла дигидрат, ЛС-001435-250511, производитель Юнимарк Ремедис Лтд, Индия. Товар был герметично упакован в полиэтиленовые мешки и далее в пластиковые бочки.

Для исследования была взята объединённая проба из образцов разных партий лекарственного сырья. Оценивали соответствие требованиям Государственной фармакопеи к качеству лекарственных средств (препаратов и фармацевтических субстанций), а также вспомогательных веществ, используемых в производстве лекарственных препаратов, согласно ОФС.1.2.4.0002.18 «Микробиологическая чистота». Контролируемые показатели: общее число аэробных микроорганизмов, общее число дрожжевых и плесневых грибов, отсутствие *Escherichia coli*. Микробиологические испытания проводили на средах: №1 (ГРМ), № 2 (Сабура агар), среда Кесслера, Эндо агар (производство ФБУН ГНЦ ПМБ, г. Оболенск).

По результатам проведённого бактериологического исследования порошка лизиноприла сырьё не отвечало нормативным требованиям по содержанию общего числа аэробных микроорганизмов (таблица 1).

**Таблица 1 – Микробиологические показатели фармацевтической
субстанции лизиноприла дигидрата**

№ п/п	Наименование показателя	Норма	Результаты испытаний		
			Партия № 1	Партия № 2	Партия № 3
1.	Общее число аэробных микроорганизмов, КОЕ /1г	Не более 10^3	$2,5 * 10^3$	$3 * 10^3$	$2,5 * 10^3$
2.	Общее число дрожжевых и плесневых грибов, КОЕ /1 г	Не более 10^2	менее 10	менее 10	менее 10
3.	Отсутствие <i>E. coli</i>	Отсутствие в 1 г	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Для проведения радиационной обработки навески субстанции лизиноприла дигидрата массой 100 г подвергали обработке гамма-излучением на установке ГУР-120 (ФГБУ ВНИИРАЭ). Мощность дозы при облучении – 100 Гр/час. Поглощённые дозы гамма-излучения составили 6 и 8 кГр. Контролем служило необлучённое вещество. На каждый вариант опыта использовали по три образца.

Оценивали микробиологическую чистоту образцов лизиноприла дигидрата в соответствии с ГФ РФ, ОФС.1.2.4.0002.18 (категория 2.2). Дополнительно для контроля стерильности делали посев на тиогликолевую среду с резазурином и бульон Сабуро (производство ФБУН ГНЦ ПМБ, г. Оболенск).

Содержание действующего вещества определяли по методу, описанному в статье Ю.А. Парамоновой, Е.Н. Иванцова «Валидация методики количественного определения лизиноприла в таблетках» [1]. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре СФ-2000 с модификацией для кюветы с толщиной слоя 1 см (концентрации растворов увеличили в 5 раз соответственно).

Результаты исследования и их обсуждение. Для выбора оптимального режима радиационной обработки лизиноприла с целью снижения уровня микробного обсеменения лекарственной субстанции до допустимых значений, предусмотренных ГФ РФ, образцы облучали в дозах 6 и 8 кГр.

В таблице № 2 представлены результаты микробиологических испытаний образцов лизиноприла. В необлучённых образцах обнаружено наличие аэробных микроорганизмов в количестве $2,7 * 10^3$ КОЕ/г. Обе дозы гамма-излучения показали положительный результат: отсутствие роста аэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки, дрожжей и плесеней, а также общую стерильность фармсубстанции.

Таблица 2 – Микробиологические показатели лизиноприла дигидрата до и после радиационной обработки

Наименование показателя	Норма	Результаты испытаний		
		Доза, кГр		
		Контроль (до облучения)	6 кГр	8 кГр
Общее число аэробных микроорганизмов, КОЕ в 1г	Не более 10^3	$2,7 * 10^3$	не обнаружено	не обнаружено
Общее число дрожжевых и плесневых грибов, КОЕ/г	Не более 10^2	менее 10	не обнаружено	не обнаружено
Отсутствие <i>E. coli</i>	Отсутствие в 1 г	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Стерильность (тиогликолевая среда)	Рост м/о отсутствует	присутствует рост м/о	не обнаружено	не обнаружено
Стерильность (бульон Сабуро)	Рост м/о отсутствует	рост м/о отсутствует	не обнаружено	не обнаружено

Для изучения влияния гамма-излучения на отдельные качественные характеристики лекарственной субстанции определяли оптическую плотность растворов действующего вещества до и после облучения согласно [1].

Обработка гамма-излучением не оказала какого-либо действия на основное вещество. Это подтверждается стабильно одинаковыми показателями значений оптической плотности растворов лизиноприла дигидрата во всех пробах (таблица 3).

Таблица 3 – Оптическая плотность (*D*) растворов лизиноприла дигидрата до и после обработки гамма-излучением

λ	731 нм		744 нм	
	среднее	ошибка	среднее	ошибка
контроль	0,41519	0,00069	0,41710	0,00082
6 кГр	0,41824	0,00087	0,42150	0,00090
8 кГр	0,41563	0,00085	0,41729	0,00075

Выводы. Таким образом, обработка гамма-излучением в дозах 6-8 кГр подходит для деконтаминации лизиноприла дигидрата и не оказывает влияния на основное действующее вещество. Данный режим радиационной обработки можно рекомендовать как способ обеспечения микробиологической чистоты субстанции для производства лекарственных форм - лизиноприла дигидрата.

Список литературы

1. Парамонова Ю.А., Иванцов Е.Н. Валидация методики количественного определения лизиноприла в таблетках // Вестник Пермского университета. Серия «Химия». 2018 Т. 8, вып. 2 С. 177–183.

DOI: 10.17072/2223-1838-2018-2-177-183.

2. Приказ Минпромторга России от 14.06.2013 N 916 (ред. от 18.12.2015) Об утверждении Правил надлежащей производственной практики (Зарегистрировано в Минюсте России 10.09.2013 N 29938). Приложение N 1. Производство стерильных лекарственных средств. XVIII. Радиационная стерилизация. [Электронный ресурс]. URL: <https://roszdravnadzor.gov.ru/spec/drugs/qualitycontrol/documents/175> (дата обращения 13.05.2025).

3. Jacobs, G. P. Irradiation of pharmaceuticals: A literature review / G. P. Jacobs // Radiation Physics and Chemistry. – 2022. – Vol. 190. – P. 109795. – DOI 10.1016/j.radphyschem.2021.109795. – EDN BLDNZK.

¹ЕГОРОВА Н.О., ¹МАЛЬЦЕВА Е. М., ²ЕГОРОВА И.Н.
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ ТРАВЯНОГО
ЧАЯ ИЗ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФЛОРЫ КУЗБАССА**

*Кемеровский государственный медицинский университет,
г. Кемерово*

*Федеральный научно-исследовательский центр угля и углехимии
СО РАН, г. Кемерово
e-mail: nir_kem@mail.ru*

¹EGOROVA N.O., ¹MALTSEVA E.M., ²EGOROVA I.N.
**PREDICTING THE SHELF LIFE OF HERBAL TEA FROM THE
MEDICINAL FLORA OF KUZBASS**

¹Kemerovo State Medical University, Kemerovo

*²The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch
of the Russian Academy of Science, Kemerovo
e-mail: nir_kem@mail.ru*

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования травяного чая функциональной направленности с целью определения его срока годности. Эксперимент проводили методом «ускоренного старения». В качестве контролируемых физико-химических показателей выбраны: количество флавоноидов и суммарное содержания полифенольных соединений.

Ключевые слова: травяные чаи, лекарственные растения, срок годности, качество, Кузбасс.

Abstract: This paper presents the results of a functional herbal tea study in order to determine its shelf life. The experiment was carried out using the «accelerated aging» method. The following were selected as controlled physico-

chemical parameters: the number of flavonoids and the total content of polyphenolic compounds.

Keywords: herbal teas, medicinal plants, shelf life, quality, Kuzbass.

С каждым годом, популярность травяных чаев из лекарственных растений возрастает, что в большинстве своем связано с интересом населения нашей страны к здоровому образу жизни. Исследователи и производители, активно разрабатывают новые рецептуры, используя накопленные традиционные знания и современные технологии [1].

Кемеровская область - Кузбасс, обладая богатым биоразнообразием, большим ресурсным потенциалом, представляет собой перспективный регион для изучения и использования местной лекарственной флоры в разработке новых рецептур травяных чаев, отвечающим современным требованиям качества на данный продукт [1].

К фиточаям, как и к традиционным чаям имеются определенные требования к качеству и безопасности, а также к условиям хранения и годности [5].

Срок годности оценивается как период времени, в течение которого пищевой продукт храниться и реализуется без существенных потерь качества или функциональных свойств [5,8]. Истечение срока годности не означает биологическую порчу продукта, а лишь выражает его несоответствие показателям качества указанных в нормативных документах. С другой стороны, под сроком годности, можно понимать крайний срок хранения продукта, по истечении которого он будет не пригоден для употребления в пищу. Поэтому, срок годности любого пищевого продукт является одним из важнейших показателей, характеризующих качество продукта или его утрату. Поэтому перед тем, как выпустить новый продукт на потребительски рынок, разработчик или производитель устанавливает срок годности для нового продукта, с целью соблюдения безопасности.

Цель исследования – установления сроков годности для травяного чая, составленного из лекарственных растений, произрастающих на территории Кемеровской области-Кузбасса.

Материалы и методы. Объект исследования – запатентованная композиция травяного чая (Пат. 2795879 Рос. Федерация). В композицию входят плоды шиповника, трава чабреца, цветки лабазника вязолистного, лист смородины чёрной, трава кровохлёбки лекарственной [7].

Ранее проведенные исследования показали, что фиточай отвечает всем требованиям качества и безопасности, предъявляемые к данному продукту [2,3]. Однако, без установления соков годности данный чай, реализовывать через торговую сеть невозможно. В течении всего гарантийного срока годности продукт должен сохранять свои органолептические, физико-химические показатели, а также пищевую и

биологическую ценность.

Для установления сроков годности травяного чая в ходе хранения, использовалась методика «ускоренного старения» [8]. Исследования проводили в трехкратной повторности. Из массы фиточая, отбирали образцы и помещали в банки из темного стекла с притертой пробкой и ставили термостат с температурой экспериментального хранения равной 60° С. Контроль качества фиточая проводили через определенные временные промежутки времени. Первые три образца проверяли через 11,5 суток, вторые три образца - 23 суток, что соответствует 6 и 12 месяцев хранения в естественных условиях. Таким образом для исследования было получено 3 образца чая: 1 образец – свежееизготовленный, 2 образец – 6 месяцев, 3 образец- 12 месяцев. В качестве контролируемых физико-химических показателей были выбраны сумма полифенольных соединений и флавоноидов. Этот выбор связан с тем, что основной вклад в функциональные свойства данного фиточая вносит комплекс полифенольных соединений и, в частности, флавоноиды [7].

Для определения суммарного содержания полифенольных соединений в фиточае использовали спектрофотометрическое определение методом Folin-Ciocalteu, основанным на восстановлении смеси фосфорновольфрамовой и фосформолибденовой кислот в щелочной среде по методике с модификацией. Расчет количественного содержания суммы полифенольных соединений проведен в пересчете на галловую кислоту [5].

Простые фенолы и гидролизуемые танины определяли отдельно от флавоноидов и процианидинов методом осаждения формальдегидом. Расчет их количественного содержания проведен также в пересчете на галловую кислоту [5].

Для определения флавоноидов использовали спектрофотометрический метод. Количественное содержание рассчитывали, в пересчёте на рутин и сухое вещество [6].

Результаты и их обсуждение. Изучение динамики показателей качества фиточая в течение срока годности - 12 месяцев показало, что к концу хранения органолептические показатели практически не изменяются.

Менее стабильными в хранении являются полифенольные соединения, обуславливающие физиологическую ценность данного фиточая (рисунок 1).

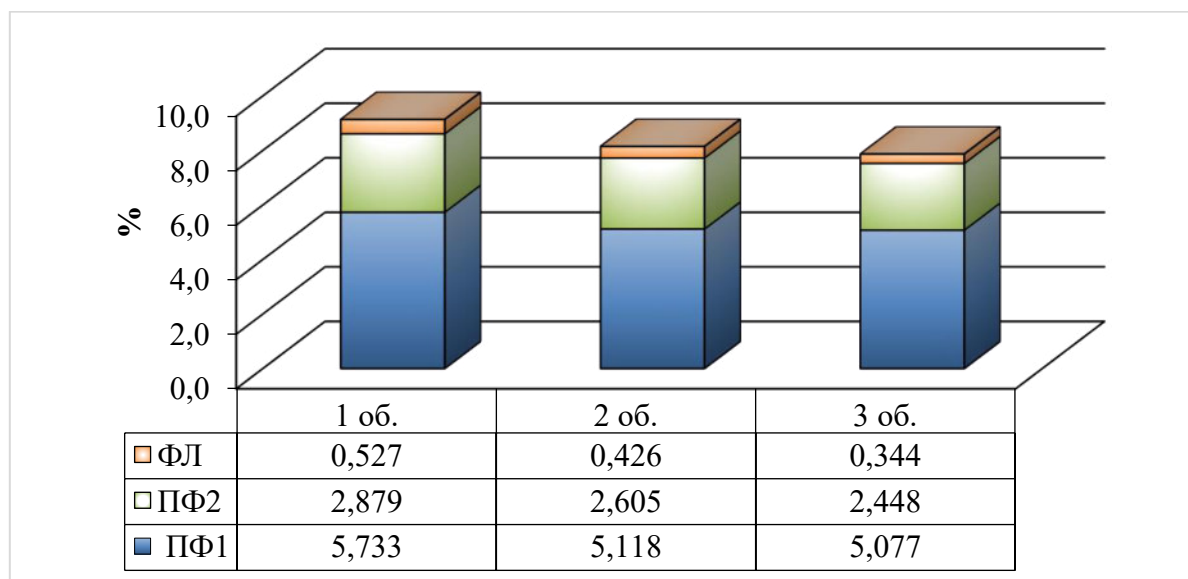


Рисунок 1 – Содержание полифенольных соединений в фиточае, в ходе хранения: ПФ1 - общее содержание фенольных соединений; ПФ2 - содержание фенольных соединений после осаждения формальдегидом в кислой среде; ФЛ- содержание флавоноидов.

В первые полгода хранения начинается постепенное снижение массовой доли суммы флавоноидов, составляя от исходного содержания 80,8 %; к концу хранения остается 65,3 % от исходного содержания. Такую же тенденцию к снижению имеют и фенольные соединения. В конце шестого месяца хранения сумма фенольных соединений от первоначального содержания составляла 89,3%, в конце хранения – 88,6 % от исходного.

Наиболее стабилен комплекс фенольных соединений после осаждения формальдегидом. Наблюдается незначительное их снижение: в конце первого полугодия на 8,6 %, в конце года – 15%.

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что наибольшие показатели полифенольных соединений и флавоноидов установлено в свежееизготовленном фиточае (1 образец). Постепенное снижение их количества наблюдается в конце первого полугодия хранения.

Выводы. Установлена максимальная сохранность БАВ в фиточае в первые полгода хранения (содержание веществ фенольной природы составляет 89,3 % от исходного) при хранении в течение 12 месяцев.

Список литературы

1. Егорова Н.О. Возможность расширения ассортимента фиточаев из дикорастущих лекарственных растений Кузбасса // Кузбасс: образование, наука, инновации: материалы XII Инновационного конвента. Кемерово, 2024. С. 194-198.
2. Егорова Н.О., Егорова И.Н., Мальцева Е.М. // Оценка качества

и безопасности травяного чая из флоры Кузбасса // Естественные и технические науки. 2025. № 4 (203). С. 87-90.

3. Егорова И.Н., Егорова Н.О., Мальцева Е.М. // Оценка микробиологической чистоты композиции травяного чая из растений флоры Кузбасса // Естественные и технические науки. 2024. № 5 (192). С. 72-76.

4. Елизарова Л.Г. Экспертиза качества чая. М.: Московская высшая школа экспертизы, 2013. 41 с.

5. Мальцева Е.М., Егорова Н.О., Егорова И.Н., Мухамадияров Р.А. Антиоксидантная и антирадикальная активность *in vitro* экстрактов *Sanguisorba officinalis* L., собранной в разные фазы развития // Медицина в Кузбассе. 2017. № 2. С. 32-38.

6. Мальцева Е.М., Егорова Н.О., Егорова И.Н. Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в траве кровохлебки лекарственной // Вестник уральской медицинской академической науки. 2011. №3/1. С.68.

7. Пат. 2795879 Российская Федерация, МПК A23F 3/34. Композиция фиточая / Егорова Н.О. (RU), Егорова И.Н. (RU), Мальцева Е.М. (RU); патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кемеровский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России) (RU). – Заявка № 2022116858; заявл. 22.06.2022, опубл. 12.05.2023, Бюл. № 14. – 8 с.

8. Чернявская, А. Ю. Определение срока хранения методом ускоренного старения / А. Ю. Чернявская, А. С. Булова // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов : тезисы докладов, 18-23 апреля 2022 г., Минск : в 4 ч. Ч. 2. - Минск : БГТУ, 2022. С. 157.

РАИМБЕКОВ А. Ж.
**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОБИОТИЧЕСКИХ И
ПОСТБИОТИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ
ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (ВЭЖХ)**

*Ошский государственный педагогический университет,
Кыргызстан, г. Ош
e-mail: raimbekov.aktan21@gmail.com*

RAIMBEKOV A. ZH.
**EVALUATION OF THE QUALITY OF PROBIOTIC AND POSTBIOTIC
BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENTS USING HIGH-
PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC) METHODS**

*Osh State Pedagogical University, Kyrgyzstan, Osh
E-mail: raimbekov.aktan21@gmail.com*

Аннотация: В последние десятилетия наблюдается активный рост интереса к биологически активным добавкам (БАД), в особенности к пробиотическим и постбиотическим препаратам. В данной статье рассмотрены основные аспекты применения ВЭЖХ для анализа пробиотических и постбиотических БАД, включая методы подготовки образцов, анализ активных компонентов, а также использование ВЭЖХ для стандартизации и контроля качества таких добавок.

Ключевые слова: пробиотики, постбиотики, высокоэффективная жидкостная хроматография, биологически активные добавки, контроль качества.

Abstract: In recent decades, there has been a growing interest in dietary supplements (DS), especially probiotic and postbiotic preparations. This article discusses the main aspects of using HPLC to analyze probiotic and postbiotic DS, including sample preparation methods, active component analysis, and the use of HPLC for standardization and quality control of such supplements.

Keywords: probiotics, postbiotics, high-performance liquid chromatography, dietary supplements, quality control.

Целью данного исследования является улучшение и оптимизация методов анализа и контроля качества пробиотических и постбиотических добавок с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Пробиотики и постбиотики, являясь живыми микроорганизмами и их метаболитами, представляют собой сложные смеси активных веществ, что требует высокой точности в их анализе. Важно, чтобы такие добавки содержали заявленное количество активных компонентов и не имели вредных загрязнителей. Одной из целей нашего исследования является применение ВЭЖХ для стандартизации содержания активных веществ и

обеспечения соответствия продуктов международным стандартам.

ВЭЖХ является основным методом, используемым для разделения и количественного определения активных веществ в составе биологически активных добавок. Согласно исследованию Младзиевской Ю.А. (2005), использование этого метода позволяет точно выявлять состав и концентрацию пробиотических культур, таких как лактобактерии и бифидобактерии, что способствует более строгому контролю за их качеством [1]. Важность такого контроля возрастает с учетом расширяющегося рынка БАД, что обостряет проблему подделок и несоответствий продукции заявленным характеристикам. Пробиотические добавки широко используются для поддержания баланса микробиоты кишечника, и контроль их состава и качества крайне важен для обеспечения здоровья потребителей.

Также важным аспектом является обеспечение безопасности продукции. В последние годы увеличилось количество исследований, направленных на оценку возможных загрязнителей и токсичных веществ, которые могут присутствовать в пробиотических добавках [3]. Эти загрязнители могут быть как внешними (например, в результате неправильного хранения или использования несертифицированных сырьевых материалов), так и внутренними (метаболиты, которые могут образовываться в процессе жизнедеятельности микроорганизмов). В таких случаях ВЭЖХ помогает выявлять даже минимальные следы вредных веществ.

Материалы и методы исследования. Для исследования были использованы различные образцы пробиотических и постбиотических добавок, включая капсулы, порошки и жидкости. Все образцы были получены от крупных производителей, которые позиционируют свою продукцию как содержащую живые культуры бифидобактерий, лактобактерий и их метаболиты (постбиотики). Прежде чем провести анализ с помощью ВЭЖХ, все образцы подвергались предварительной экстракции [4]. Для этого использовались растворители, такие как этанол и метанол, которые обеспечивают эффективное извлечение активных компонентов из твердых и жидких форм БАД.

После экстракции все образцы были разделены и проанализированы с использованием ВЭЖХ на колонках с различными типами покрытий, что позволило эффективно разделить компоненты в зависимости от их молекулярной массы и химической структуры. Использовались детекторы с высокой чувствительностью, включая ультрафиолетовые и флуоресцентные детекторы. Это позволило не только точно определять концентрацию пробиотических культур, но и выявлять возможные загрязняющие вещества, такие как антибиотики или тяжелые металлы, которые могут присутствовать в продукте в следовых количествах.

Как отмечает Крысенко А.В. и коллеги (2010), ВЭЖХ является

одним из наиболее чувствительных и точных методов для анализа компонентов пробиотических добавок, что позволяет минимизировать ошибки, возникающие при анализе биологических материалов с использованием других методов [2]. Кроме того, данный метод имеет высокую селективность и точность, что делает его идеальным для анализа пробиотиков и постбиотиков, состав которых может варьироваться от производителя к производителю.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты нашего исследования подтвердили высокую эффективность ВЭЖХ в анализе пробиотических и постбиотических добавок. Мы наблюдали, что большинство образцов БАД, представленных на рынке, соответствуют заявленным характеристикам в отношении концентрации активных компонентов, таких как лактобактерии и бифидобактерии. Однако в некоторых образцах были выявлены следы антибиотиков, что указывает на возможные проблемы с контролем за условиями производства или хранения продуктов.

Кроме того, анализ показал, что ВЭЖХ является достаточно эффективным для выявления не только активных компонентов, но и метаболитов, таких как органические кислоты, которые являются побочными продуктами жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов. Эти метаболиты могут оказывать влияние на эффективность препарата и его безопасность для потребителей.

Согласно данным исследования Сухих А.С. и коллег (2020), использование ВЭЖХ позволяет не только определять концентрацию активных веществ, но и отслеживать наличие нежелательных примесей, таких как тяжелые металлы, которые могут негативно сказаться на здоровье потребителей [3]. Мы также подтвердили, что ВЭЖХ позволяет анализировать даже следовые количества веществ, что делает этот метод неоценимым для лабораторного контроля качества БАД.

Важным аспектом является использование ВЭЖХ для анализа постбиотиков. Эти вещества являются метаболическими продуктами пробиотических микроорганизмов, которые могут быть полезными для здоровья, но их концентрация и состав должны быть тщательно контролируемыми. Применение ВЭЖХ в этих целях значительно улучшает точность анализа и позволяет оценить не только количество активных компонентов, но и их активность и биологическую доступность.

Выводы. Использование высокоэффективной жидкостной хроматографии для оценки качества пробиотических и постбиотических добавок позволяет обеспечить точность анализа и высокую степень надежности результатов. ВЭЖХ помогает выявлять как активные компоненты, так и возможные загрязнители или метаболиты, которые могут оказать влияние на безопасность и эффективность продуктов.

Данное исследование подчеркивает важность применения ВЭЖХ в

контроле качества БАД, а также необходимость внедрения этой методики на производственных площадках для стандартизации продуктов и соблюдения международных стандартов безопасности. В будущем стоит продолжить совершенствование методов ВЭЖХ и расширение их применения для контроля качества на всех этапах производственного процесса.

Список литературы

1. Младзиевская Ю. А. Совершенствование биотехнологического производства и методов контроля качества пробиотиков на основе бифидобактерий и лактобацилл: диссертация кандидата биологических наук. Санкт-Петербург, 2005. 208 с.
2. Крысенко А. В., Скляр Т. В., Винников А. И., Слипецкая А. В., Куденко С. С. Микробиологические аспекты пробиотических препаратов // Biosystems Diversity. 2010. Т. 18. № 4. С. 45–50.
3. Сухих А. С., Захарова Ю. В., Южалин А. Е., Быков А. Т., Котова Т. В., Позняковский В. М. Оценка и стандартизация пробиотических культур для продуктов функционального назначения // Биофармацевтический Журнал. 2020. Т. 12. № 1. С. 3–14.
4. Лукьяненко А. А. Биотехнология пробиотических препаратов. М.: Наука, 2007. 344 с.

ТИХОНОВА О.Ю., ТИТОРЕНКО Е.Ю., БОПП Т.А., СВИРИДЕНКО О.А.
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ «ЧЕСТНЫЙ ЗНАК»: АНАЛИЗ
ВНЕДРЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК**

*Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: lok-13@mail.ru*

TIHONOVA O.YU., TITORENKO E.Y., BOPP T.A., SVIRIDENKO O.A.
**THE EFFECTIVENESS OF THE «HONEST MARK» SYSTEM: AN
ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION AND ITS IMPACT ON THE
MARKET**

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: lok-13@mail.ru*

Аннотация: В данной статье рассматриваются этапы становления системы «Честный знак», механизм ее работы, обозначены вызовы и проблемы, связанные с внедрением данной системы. Данная статья анализирует положительные моменты внедрения системы, ее влияние на рынок, производителей и потребителей, а также рассматривает перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: Честный знак, маркировка, потребители, производители, контрафакт

Abstract: This article examines the stages of the formation of the Honest Sign system, the mechanism of its operation, and identifies the challenges and problems associated with the implementation of this system. This article analyzes the positive aspects of the system's implementation, its impact on the market, manufacturers and consumers, and also examines the prospects for further development.

Keywords: Honest mark, labeling, consumers, manufacturers, counterfeit

Обеспечение рынка качественными и безопасными товарами – это одна из основных задач государственной политики. Маркировка пищевой продукции является очень важным показателем ее качества, поскольку она информирует потребителей о свойствах продукции.

Маркировка представляет собой набор средств, таких как текст, изображения и другие элементы, которые наносятся на товары с целью их идентификации. Главной задачей маркировки является информирование потребителей о производителях и характеристиках продукции. Основные требования к маркировке товаров установлены в законе «О защите прав потребителя», а также в технических регламентах и стандартах, касающихся конкретных категорий продукции.

Распространение низкокачественной и контрафактной продукции представляет собой серьезную проблему как для потребителей, так и для производителей. Это не только приводит к финансовым потерям, но и

негативно сказывается на репутации производителя, потенциально причиняя моральный и в некоторых случаях физический вред потребителям. Без наличия эффективной системы отслеживание перемещения и реализации такой продукции было затруднительным [1].

В последние годы вопрос прозрачности на рынке стал особенно актуальным. Потребители все чаще требуют от производителей честной информации о товарах, а компании стремятся повысить свою репутацию и доверие со стороны клиентов. Одним из значимых шагов в этом направлении стало внедрение системы маркировки товаров, известной как «Честный знак» [2].

На сегодняшний день данная система очень распространена и направлена в первую очередь на защиту потребителей от покупки контрафакта, а также пресечения движения некачественной продукции на рынке.

Предполагается, что внедрение системы позволит производителю проконтролировать движение продукта на всех этапах товарооборота, а потребителю выбирать качественный продукт и не сомневаться в достоверности потребительской информации. Следовательно, при применении данной системы потребительский рынок станет намного прозрачнее.

Механизм работы системы заключается в следующем: в систему «Честный знак» производителем загружается информация о товарах, которым присваиваются уникальные коды, далее они наносятся на упаковку. Перепродажа товара осуществляется параллельно с формированием электронных сопроводительных документов в системе. В магазине уже сканируется код товара, который в системе уже имеет полную историю передвижения, после чего в систему мониторинга передается сигнал о том, что товар с определённым кодом был продан. После этого маркированный товар считается выведенным из оборота.

Если говорить о технической части внедрения данной системы то, ее внедрение в производство предполагает вложение определённых затрат и ресурсов, такие как программное обеспечение и оборудование для создания маркировки и связи с единой центральной базой данных, создание новых рабочих мест, для поддержания работы выше обозначенных нового оборудования и процесса, что обуславливает увеличение себестоимости.

Немаловажным аспектом становится обучение сотрудников, создание новых рабочих мест и информирование потребителей о новых возможностях. Также существует риск возникновения проблем с конфиденциальностью персональных данных, причём как производителей, так и потребителей.

Таким образом, можно обозначить следующие проблемы и вызовы в области внедрения системы:

- Сопротивление участников рынка, в том числе из-за повышения себестоимости продукции.
- Технические барьеры: недостаток ресурсов на внедрение новых технологий у малых и средних предприятий.
- Необходимость в информировании: потребители должны быть осведомлены о том, как пользоваться системой для ее эффективного функционирования.

Тем не менее, большинство производителей и поставщиков активно подключаются к системе и получают преимущества, влияющие на объемы продаж и прибыль. К таким положительным моментам внедрения системы маркировки «Честный знак» можно отнести:

- Борьба с контрафактом. С помощью маркировки можно легко идентифицировать оригинальные товары и исключить из оборота фальсификаты, что защищает интересы как потребителей, так и добросовестных производителей.
- Упрощение логистики. С помощью «Честного знака» компании могут более эффективно отслеживать движение товаров, что позволяет оптимизировать запасы и сократить издержки.
- Поддержка добросовестных производителей. Честный знак способствует созданию честной конкурентной среды, в которой добросовестные производители могут выделяться на фоне недобросовестных, тем самым уменьшая конкуренции среди производителей, что ведет к повышению потенциальной прибыли для производственных предприятий;
- Упрощение контроля со стороны государства. Система маркировки упрощает контроль за соблюдением законодательства в сфере торговли. Государственные органы могут собирать информацию о рынке товаров и контролировать ситуацию на нем, что вместе с тем может помочь решить проблему с налоговыми отчислениями.
- Повышение доверия потребителей. Система «Честного знака» позволяет потребителям быть уверенными в том, что они покупают качественные и безопасные товары. Возможность проверить информацию о продукте в режиме реального времени способствует формированию доверия к брендам и производителям.[3].

Система «Честный знак» предназначена в большей мере для прослеживаемой товародвижения и работы с производителями и поставщиками. Тем не менее, система предполагает, использование ее потребителем: любой человек, у которого есть мобильное приложение «Честный знак», может отсканировать код на товаре и узнать информацию о нем.

Если же говорить о ценности системы «Честный знак» для

потребителя, то, во-первых, не все категории населения имеют современный телефон для пользования приложением «Честный знак», некоторые граждане до сих пор используют кнопочные телефоны, исключающие эту возможность. Во-вторых, сканирование и запрос затрачивает определенное время нахождения в магазине для проверки, не всегда это возможно и желаемо. В-третьих, пока не все категории занесены в цифровую систему. В-четвертых, возникают ситуации, когда даже в цифровом поле на товар не удастся найти информации, содержание которой регламентировано нормативными документами.

Еще одной причиной можно назвать то, что даже при наличии смартфона у потребителя (например, у пожилого человека), не каждый сможет воспользоваться преимуществами цифровой системы в силу отсутствия соответствующих знаний и навыков.

В последние годы система маркировки «Честный знак» стала важным инструментом для повышения качества продукции. Но при этом, качество традиционной маркировки, с которой потребители сталкиваются ежедневно нельзя назвать высоким. Часто встречается мелкий шрифт, преобладание рекламной информации вместо товароведной, использование некачественных материалов для этикетки и красителей, отсутствие контрастности основного фона и шрифта, наличие дублирующей информации и т.д. Все эти факторы мешают потребителю выбрать качественный и подлинный товар.

Несмотря на то, что цифровая система «Честный знак» имеет много преимуществ, но, к сожалению, на сегодняшний день находится только вначале распространения и освоения. В связи с чем, необходимо обратить внимание на требования к легкочитаемости и содержательности маркировки при ее ежедневном использовании потребителями [4, 5].

Список литературы

1. Целищев, А. А. К вопросу о законодательном регулировании системы маркировки и прослеживаемости товаров «Честный знак» в России / А. А. Целищев // Марийский юридический вестник. – 2023. – № 3-4(42). – С. 41-44.
2. Лукашик, И. А. Система «Честный ЗНАК» - гарантия качества продукта / И. А. Лукашик // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 100-5. – С. 73-75.
3. Махмудов, В. В. Внедрение системы обязательной маркировки товаров «Честный ЗНАК» / В. В. Махмудов, Ю. А. Салтыкова // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2023. – № 2(25). – С. 54-56.
4. Тихонова, О. Ю. Исследование потребительских предпочтений в отношении маркировки и оценки ее качества / О. Ю. Тихонова, И.Ю. Резниченко, Н. Н. Зоркина // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 152-156.
5. Тихонова, О. Ю. Основные требования к маркировочным

шрифтам / О. Ю. Тихонова, И. Ю. Резниченко, И. Л. Сельская // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 6 (47). – С. 56-61.

ЧЕРЕПАНОВ И.С., САДРТДИНОВА А.Ю., ЕГОРОВА А.И.,
ТАРАСОВА Д.А.

**ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО
СЫРЬЯ МЕТОДОМ ПРОИЗВОДНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ**

*Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
e-mail: cherchem@mail.ru*

CHEREPANOV I.S., SADRTDINOVA A.Yu., EGOROVA A.I.,
TARASOVA D.A.

**STUDY OF COMPONENT RAW MATERIAL COMPOSITION USING
DERIVATIVE IR-SPECTROSCOPY**

*Udmurt State University, Izhevsk
e-mail: cherchem@mail.ru*

Аннотация: Методом ИК-спектроскопии с дифференцированием выполнено исследование компонентного состава вытяжек из шротов докритической CO₂-экстракции Золотарника канадского. Показано влияние природы растворителя (вода, этанол, ацетон) на характер извлекаемых вторичных метаболитов.

Ключевые слова: экстракты, Золотарник канадский, производная ИК-спектроскопия, растворители, компонентный состав

Abstract: The component composition of extracts from the meal of subcritical CO₂-extraction of *Solidago canadensis* L. was studied using derivative IR-spectroscopy. The influence of the solvent nature (water, ethanol, acetone) on the extracted secondary metabolites character is shown.

Keywords: extracts, *Solidago canadensis* L., derivative IR-spectroscopy, solvents, component composition

Цель исследования - изучение водно-этанольных, водных и ацетоновых вытяжек из шротов докритической CO₂-экстракции листьев и соцветий растений *Solidago canadensis* L. для идентификации вторичных метаболитов (полифенолов, гликозидов и сапонинов) с применением метода производной ИК-спектроскопии.

Информация о функционально-групповом и фитохимическом составе растительных экстрактов (в совокупности с их свойствами, в частности, показателями их антиоксидантной активности) позволяет

направленно планировать и проводить биохимические исследования, результатом которых станет разработка и внедрение функциональных препаратов медицинского назначения. В настоящее время для исследования состава растительных экстрактов широко используются хроматографические методы (ВЭЖХ) в сочетании с тандемной масс-спектрометрией [1]. Применение для указанных целей более доступных спектроскопических методов (ИК-Фурье спектроскопия, спектроскопия УФ- и видимой области) в сочетании с фитохимическим анализом позволяет охарактеризовать функционально-групповой состав экстрактов и оценить соотношение биологически активных компонентов [2].

Материалы и методы исследования. Сухие шроты докритических CO₂-экстрактов помещали в растворитель (80% этанол, ацетон, вода) и термостатировались в колбах с обратным холодильником с использованием модуля ротационного испарителя ИР-1МЗ при температуре кипения в течение заданного времени (0.5-1.5 ч в зависимости от типа растворителя), после чего фильтровали, получая вытяжки для исследования функционально-группового и компонентного состава.

Вытяжки из исходных экстрактов исследовали в виде высушенных после удаления избытка растворителя твердых фаз в KBr-таблетках (1:200). ИК-спектры регистрировали на ИК-Фурье спектрометре ФСМ-2201 в режиме пропускания в интервале волновых чисел 4000-400 см⁻¹ с разрешением по волновому числу 4 см⁻¹ при 40 сканах и обрабатывали в программе FSpec 4.3.0.9. Вторые производные спектральных полос получали в результате численного дифференцирования в окнах до 15 точек со сглаживанием полиномом 4 порядка (фильтр Савицкого-Голая), анализ и отнесение сигналов проводили по экстремумам выше нулевой линии, для оценки интенсивности отдельных пиков измеряли разности амплитуд двух соседних экстремумов противоположного знака [2].

Результаты исследования и их обсуждение. Основной проблемой спектральных методов при исследовании многокомпонентных систем, таких, как растительное сырье, является слабая разрешенность и перекрывание характеристических полос поглощения [2] (Рис. 1, спектры 2,3), что обычно требует предварительного частичного или полного разделения исходных проб.

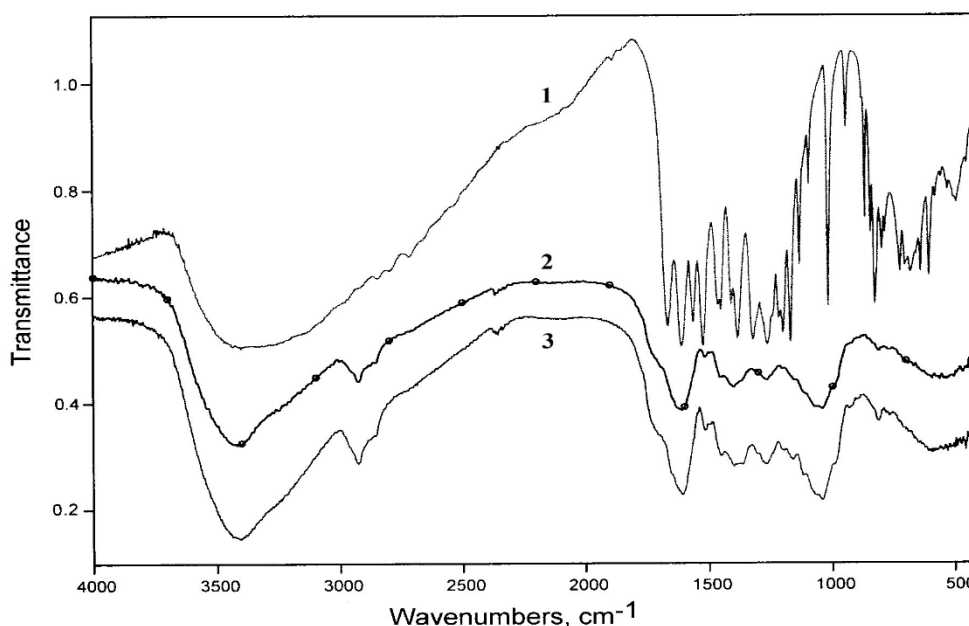


Рисунок 1 – ИК-спектры кверцетина (1), твердых фаз водной (2) и этанольной (3) вытяжек из шротов Золотарника (листья)

Анализ спектров нулевого порядка твердых фаз вытяжек из шротов Золотарника позволяет идентифицировать основные метаболиты [2], при этом близкие по природе и структуре компоненты дают в экспериментальных спектрах сложные сигналы, что затрудняет сопоставление положения полос с эталонами баз данных и спектрами стандартных образцов (Рис. 1).

Одним из вариантов решения данной проблемы предлагается использование вторых производных ИК-спектральных полос, что дает существенное улучшение разрешения уширенных по контуру пиков [2], позволяющее выполнять отнесение сигналов к структурным фрагментам. В качестве иллюстрации примера предлагаемого подхода на Рис. 2 представлено сопоставление вторых производных области валентных колебаний кратных связей спектров кверцетина и вытяжек из шротов листьев Золотарника. В эталонных спектрах баз данных NIST для кверцетина в данной области указываются сигналы 1520, 1565, 1609, 1664 см^{-1} . Экспериментально наблюдаемые полосы колебаний ароматических циклов ($+v_{C2=C3}$) 1520 и 1565 см^{-1} показывают практически полное соответствие в профилях, при этом являются в спектрах 2 и 3 достаточно интенсивными, поскольку являются общими для фенольных компонентов исследуемого сырья [3]. Сигналы 1610 и 1665 см^{-1} в спектре 1, относимые к сложным $\nu_{C=O} + \nu_{C=C} + \delta_{OH}$ -колебаниям кверцетина [3], проявляются в спектрах 2 и 3 менее отчетливо, что логично связано с относительно невысоким общим содержанием отдельного флавоноида в шротах.

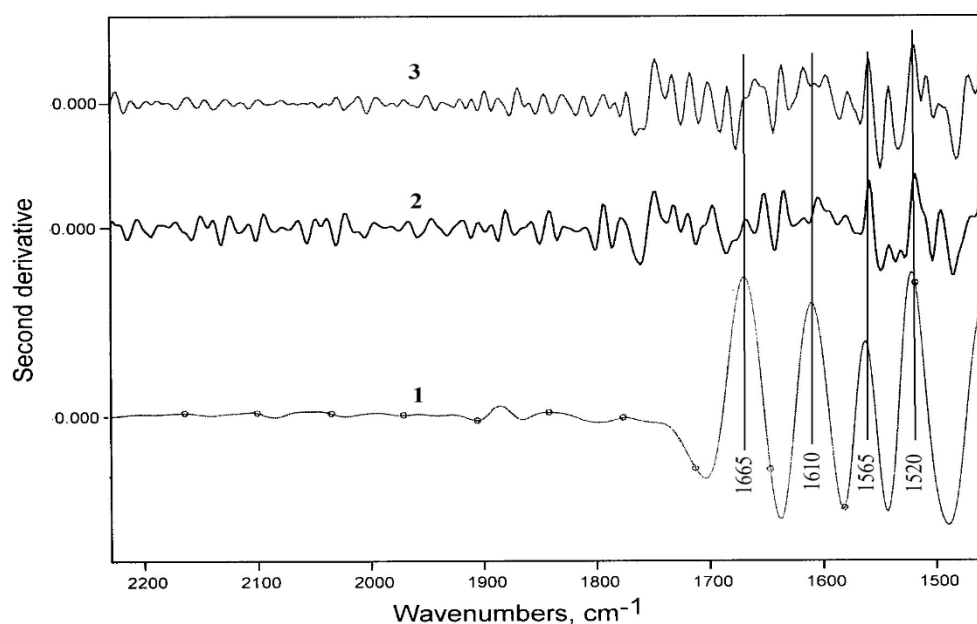


Рисунок 2 – Вторые производные ИК-спектров кверцетина (1), твердых фаз водной (2) и этанольной (3) вытяжек из шротов Золотарника (листья)

В качестве реперных данных могут быть использованы эталоны баз данных или спектры стандартных образцов. Данные по идентификации вторичных метаболитов исследуемого растительного сырья с применением предлагаемого подхода обобщены в Таблице 1, где они дополнительно сопоставлены с результатами хромато-масс-спектрометрического анализа.

Таблица 1 – Идентификация основных вторичных метаболитов Золотарника канадского в вытяжках различными растворителями

Идентифицированные вторичные метаболиты	Данные [1] (LC-MS)			Полученные данные		
	H ₂ O	EtOH	Me ₂ CO	H ₂ O	EtOH	Me ₂ CO
Рутин	+	++	++		+	+
Кверцетин, кампферол	+	++	++		+	+
Флавонацетилгликозиды	Данные не приводятся			+		
Кверцитрин	+	+	+	+		
Метоксифлавоны	+	+	+	+		
Хлорогеновая кислота	++	++	++	+	+	+
Сапонины	Данные не приводятся				+	+
Олеаноловая кислота	Данные не приводятся					+

Компонентное распределение вторичных метаболитов (полифенолы, в том числе, алкилированные и ацилированные, их гликозиды) в целом коррелирует с характеристиками диэлектрической проницаемости среды и параметрами растворимости извлекаемых веществ. Гликозидные соединения, содержащие гидрофильные углеводные циклы, экстрагируются преимущественно водой, увеличение контента сапониновых производных в ацетоновых вытяжках также согласуется с изменением полярности растворителя при переходе от полярных H₂O

(EtOH) к менее полярному ацетону.

Выводы. В результате исследования шротов докритической CO₂-экстракции Золотарника канадского показана возможность изучения компонентного состава с применением производной ИК-спектроскопии, дополнительно проведена оценка влияния природы среды-экстрагента на характер извлекаемых метаболитов.

Список литературы

1. Shelepova O., Vinogradova Y., Vergun O., Grigorieva O., Brindza J. Assessment of flavonoids and phenolic compounds accumulation in invasive *Solidago canadensis* L. in Slovakia // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2020. Vol. 14. P. 587–594.
2. 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.
3. Machado N., Batista de Carvalho L., Otero J., Marques M. A conformational study of hydroxyflavones by vibrational spectroscopy coupled to DFT calculations // Spectrochim. Acta. Part A: Mol. Biomol. Spectrosc. 2013. Vol. 109. P. 116–124.