

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Компания «Арт Лайф» г. Томск
НОЦ «Медицина экстремальных ситуаций»

МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКИЕ И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Материалы VI Всероссийской
научно-практической конференции с
международным участием**

КЕМЕРОВО

29 мая 2026 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Компания «Арт Лайф» г. Томск
НОЦ «Медицина экстремальных ситуаций»

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И
НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**
Материалы VI Всероссийской
научно-практической конференции с международным участием

Кемерово
29 мая 2026 г

УДК [614.2+613.2](082)

ББК 51.1+51.23я43

М 422

Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Кемерово, 29 мая 2026 г.) / отв. ред. В. М. Позняковский, Е. М. Мальцева. – Кемерово: КемГМУ, 2026. – 259 с.

В сборнике представлены материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, состоявшейся 29 мая 2026 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, к.м.н. Л.К. Исаков (г. Кемерово)
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: ст. преподаватель, к.т.н. Титоренко Е.Ю. (г. Кемерово)

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-8151-0387-0

© ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
медицинский университет» Минздрава России, 2026



*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 его сотрудничество с индустриальными партнерами, в том числе компанией «Арт Лайф» - лидером в производстве продуктов здорового питания, в том числе биотехнологического профиля.

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
«Арт Лайф»,
доктор технических наук, профессор
Австриевских Александр Николаевич*

Основное направление деятельности компании «Арт Лайф» - 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. «Арт Лайф» 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 «Арт Лайф» 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

АВСТРИЕВСКИХ А.Н., КУРКИНА Ю.Ю., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ КОЛЛАГЕНОМ В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ КОСТНОЙ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНЕЙ	13
АЗОЯН Д.Т. РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ	16
АХУНОВА А. Р., ЧЕРАНЁВ А. А., ШУЛЯТЬЕВА Т. Н., МУСИХИНА А.А., СЕРКИНА Е.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕПСИНА И ХИМОЗИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К КАЗЕИНУ МОЛОКА	19
БАРУТА С. А., ТАРАСОВА Е.Е., БОГДАНОВА Н. В. ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И РЕЗИСТЕНТНОСТИ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСТВОРОВ КЫСТ-АЛЬ-ХИНДИ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАГЕНТОВ	23
БОЛОТИНА К.С., АБРАМОВ Н.В. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОМ ПОДБОРЕ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ	28
БРЮХАЧЕВ А.Н., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ	33
ВЕКОВЦЕВ А.А., КУРКИНА Ю.Ю., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. ОЛИГОПЕПТАН, ГЛЮКОЗАМИН И ХОНДРОИТИН – БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АРТРИТА	37
ГРИЩЕНКО М. М., СОБОЛЕВА О.М. ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА О ПРОБИОТИКАХ, ПРЕБИОТИКАХ И СИНБИОТИКАХ	40

ГУЛОВА Т.И. ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ кондитерских изделий	45
ДАГБЫ Н.Э., СТЕПАНЯН А.А. пищевая биотехнология и нутрициология	52
ДОБРОВОЛЬСКАЯ Я. П. пищевые взаимодействия как фактор регуляции гликемического и инсулинового ответов	55
ИВАНОВ А.А., ШАМОВА М.М., БУРКОВА В.Н. системное действие специализированных продуктов на основе экстракта корней и семян лопуха	60
КАПРАНОВ С. В. использование нутрицевтиков для оздоровления детского населения Российской Федерации	63
ЛАТЫПОВА Р.Ф., АХМЕТЗЯНОВА А. И. влияние сна на нутритивный статус студентов медицинского университета	67
МАКАРОВА Е.М., ЕЛИСЕЕВА С.А. эффект ржано-пшеничной закваски естественного брожения на показатели качества хлеба	72
ПОЛТАВЦЕВА О.В., ПЬЯНКОВА П.С. использование биологически активных добавок жителями города Кемерово	76
РУСАНОВА Е.Е., РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., НАПРЕЕВ К.С. коллагеновые напитки для лиц с повышенными физическими нагрузками: технология, безопасность и рыночные перспективы	81
РУСАНОВА Е.И. оценка безопасности микопroteина из мицелия Pleurotus ostreatus по содержанию тяжёлых металлов	86
РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., РУСАНОВА Е.Е., НАПРЕЕВ К.С. основные направления промышленной переработки вторичного молочного сырья	90

РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., РУСАНОВА Е.Е., НАПРЕЕВ К.С. НИТРАТЫ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	95
СЕМЕНЧЕНКО Ю. К., БОГДАНОВА Н. В. АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭТАНОЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ТМИНА ОБЫКНОВЕННОГО	99
СУХАНОВА И. М, ЯНИКЕЕВА Т. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФЕРМЕНТОВ В СОКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	103
ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К., ПОЛУЯНОВ А.М. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ КОРНЕЙ ЩАВЕЛЯ КОНСКОГО И ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫХОД БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	106
ТРОФИМОВА Н. Б., ТОМИЛОВА Е. Л. ДВУХЭТАПНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОДУКТОВ С ДЕТОКСИКАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ	109
ФЕОФИЛАКТОВА О.В. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРО-, ПРЕ- И МЕТАБИОТИКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ФОРТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ	112
ЦИКУНИБ А.Д. ТРАДИЦИОННЫЙ НАПИТОК АДЫГОВ «КЪАЛМЭКЪ ЩАЙ» В КОНТЕКСТЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	117
ЧУГУНОВА О.В., ДЫЛДИН Д.В. МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ВИТАМИНА D В ПЕКТИНОВОМ ГЕЛЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ	122
ЯНИКЕЕВА Т. С., СУХАНОВА И. М. ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПРОЦЕСС СОЗРЕВАНИЯ И СПЕЦИФИЧЕСКИЙ АРОМАТ ПУЭРОВ	126

СЕКЦИЯ 2. МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОФАРМАЦЕВТИКА

- АКИЛА А.В., КОВАЛЬ А.Н. 131
**БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ G-КВАДРУПЛЕКСОВ В
ГЕНЕ C9ORF72 ЧЕЛОВЕКА, ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ПАТОГЕНЕЗА
И ТЕРАПИИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА**
- ВЕРЁВКИНА С. А., ТУРАЕВА М.Н. 136
**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОНИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ**
- КОРОТЧЕНКО Н.В., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М., ШАМОВА М.М. 140
**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКТА
СОЛЯНКИ ХОЛМОВОЙ В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОМ
ПИТАНИИ: МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ
МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ**
- КУЖУГЕТ А. С., ХОМУШКУ А. А., СОБОЛЕВА О. М. 143
**СТРУКТУРА ВИДОВОГО СОСТАВА ПРОБИОТИКОВ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ОНЛАЙН-АПТЕКАХ Г.КЕМЕРОВО**
- ЛЕБЕДЕВА Н.Ш., СЫРБУ С.А., ЮРИНА Е.С., ГУСЕЙНОВ С.С., 146
КИСЕЛЕВ А.Н., ЛЕБЕДЕВ М.А., СКОРОБОГАТКИНА И.А.,
ЗАЙЦЕВ М.В.
**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 5-[4'-
(ФЕНОКСИДИМЕТИЛЕНОКСИ)-ФЕНИЛ]-10,15,20-ТРИС(Н-
МЕТИЛПИРИДИНИЙ-3'-ИЛ)ПОРФИРИН ТРИИОДИДА С ДНК**
- ОЖИМКОВА Е.В., СОКОЛОВА А.В., БЕЛЯЕВА И.А. 151
**РАЗРАБОТКА КИШЕЧНОРАСТВОРИМЫХ МИКРОКАПСУЛ НА
ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО
ПОЛИСАХАРИДАМИ ЛЬНА, ДЛЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ
ЛЕКАРСТВ**
- ПАСХИНА М.А., ЕРМАКОВА А.А., ИЗМАЙЛОВА К.А., 154
МАСТАЧЕНКО А.И.
**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ
ПРОБИОТИКОВ И ОЦЕНКА ИХ БЕЗОПАСНОСТИ**
- ПОПОВА М.М., БОГДАНОВА Н.В. 158
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХЛОРИДА ЦИНКА И
ЦИНК-КАРНОЗИНА НА ФИБРИЛЛООБРАЗОВАНИЕ
ИНСУЛИНА *IN VITRO***

РАДАРАПУ Л., КОВАЛЬ А.Н. ВНЕМИШЕННОЕ СВЯЗЫВАНИЕ G-КВАДРУПЛЕКСОВ АНТИВИРУСНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ: СКРИНИНГ ТОПОТЕКАНА, CX-5461 И TMRyP4 НА ПАНЕЛИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ G4-МИШЕНЕЙ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОДА	162
РАХИМОВ Р.Р., ГАРЕЕВ Р.Ф., КУЧАРОВА З.А., БРЯНЦЕВА Е.В. НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ ОСТРЫХ ДИАРЕЯХ ВИРУСНОЙ ЭТИОЛОГИИ	165
САМОЙЛОВ С.В, КОВАЛЬНОГОВА С.А, ТИХОНОВ С.Л. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ	169
СЕРГУН В.П., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М., ШАМОВА М.М. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА КОРЫ ОСИНЫ	174
СЕРГУН В.П. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРЫ ОСИНЫ (<i>POPULUS TREMULA</i> L.)	177
СЕРГУН В.П., ШАМОВА М.М., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРЕ ОСИНЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	180
СЕРКИНА Е.А., МУСИХИНА А.А., КУЛАКОВА С.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЛИЧНОГО ОПЫТА И ФОРМАЛЬНОГО АКАДЕМИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПРЕДПОЧТЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ ПРИ ВЫБОРЕ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДИСБИОТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ	183
СКОРОБОГАТКИНА И.А., ГУСЕЙНОВ С.С., ЛЕБЕДЕВА Н.Ш., СВЕТЦОВА А.В. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУЛЬФОПРОИЗВОДНОГО ПОРФИРИНА, СОДЕРЖАЩЕГО ОСТАТОК БЕНЗИМИДАЗОЛА, С СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ КРОВИ В СЛАБОКИСЛОЙ СРЕДЕ	187

ТАРАСОВА Д. А, БОГДАНОВА Н. В, ДУБОВИК Ю. П. ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВОСТИ ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО	192
ТУРДАЛИЕВА П.К., РОДИН И.А., ТУРГУНБОВ Ш.Ш., КАРИМОВ Ш.Х. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ФЕРГАНСКОГО ВИДА <i>TRIBULUS TERRESTRIS L.</i>	195
ХОЖАМБЕРГЕНОВА П.Е, ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К. ФЛАВОНОИДЫ РАСТЕНИЙ РОДА <i>ASTRAGALUS</i> КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОАКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ	200
СЕКЦИЯ 3. КЛЕТОЧНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ	
ЖЕРНОСЕЧЕНКО А.А., САКОВИЧ И.С. АНАЛИЗ СУПРЕССИВНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ <i>IN VITRO</i> ЦИТОКИН-ИНДУЦИРОВАННЫХ Т-РЕГУЛЯТОРОВ	204
ИВАНОВ Д. А., ЕРЗИКОВ Д. Д., РЫПАКОВА К. В. РОЛЬ ТЕЛОМЕР И ТЕЛОМЕРАЗЫ В ПРОЦЕССАХ СТАРЕНИЯ И КАНЦЕРОГЕНЕЗА	207
ЛЕТОВ О.В. ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ	211
НЕГРУБ С. Р., ПРОЦЕНКО Г. О., СТРЕЛЬЦОВА К. Г. ЗООТОКСИНЫ КАК РАДИОПРОТЕКТОРЫ	214
СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ, ПРОИЗВОДСТВО ПРОБИОТИКОВ, ПРЕБИОТИКОВ, СИНБИОТИКОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ	
БАЙБЕКОВ А. Т., КОЖИНА Н. Д. КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ	219
БАЙБЕКОВ А.Т., АЛЕКСАНДРОВА А.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: АНАЛИЗ РИСКОВ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ	225

БЕЛОЗЕРОВА М. Ю., ЗВЕРЕВА О. В., КОРНЕЕВА О. С. ВЛИЯНИЕ НАНОФИБРИЛЛ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА РОСТ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ	229
МАСЛОВА Н.В., КОЖОКИНА О.М., ШУВАЕВА Г.П., СУХАНОВ П.Т. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИНАКТИВАЦИИ ЛИПАЗЫ	234
СКОБЛИЛКИНА А.Р., ЗВЕРЕВА О.В. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ LACTOBACILLUS SPP. НА ОСНОВЕ СЕКВЕНИРОВАНИЯ ГЕНА 16S рРНК	238
ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К. ПРОБИОТИКИ И ПРЕБИОТИКИ КАК ФАКТОРЫ МОДУЛЯЦИИ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ И ИХ РОЛЬ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ	243
ЯБЛОНСКАЯ Е.К., МАЧНЕВА Н.Л., ГНЕУШ А.Н. ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ АМИНОКИСЛОТ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ CHLORELLA: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СТРУКТУРА-АКТИВНОСТЬ	246
СЕКЦИЯ 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК	
АНАНЬЕВА В.А., СПИРИНА А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	252
ЛОСКУТОВ И.А. ТРАНСМИССИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	255
РОХМИСТРОВА Н.С., МАЛЬЦЕВА Е.М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА В ДРЕВЕСНОЙ МАТРИЦЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (LARIX SIBIRICA LEDEB.) МЕТОДОМ ВЭЖХ	257

СЕКЦИЯ 1
ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И
НУТРИЦИОЛОГИЯ

¹АВСТРИЕВСКИХ А.Н., ²КУРКИНА Ю.Ю., ³ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М.
**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ С
МОДИФИЦИРОВАННЫМ КОЛЛАГЕНОМ В КОМПЛЕКСНОЙ
ТЕРАПИИ КОСТНОЙ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНЕЙ**

¹ Компания «Артлайф», г. Томск

² Томский государственный национальный исследовательский
университет, г. Томск

³ Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава РФ,
г. Кемерово
e-mail: pvm1947@bk.ru

¹ AVSTRIEVSKY A.N., ² KURKINA YU.YU., ³ POZNYAKOVSKY V.M.
**A SPECIALIZED PRODUCT WITH MODIFIED COLLAGEN IN
COMPLEX BONE AND CONNECTIVE TISSUE THERAPY**

¹ Artlife Company, Tomsk

² Tomsk State National Research University, Tomsk

³ Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of the Russian
Federation, Kemerovo
e-mail: pvm1947@bk.ru

Аннотация: разработан биоконплекс в форме биологически активной добавки (БАД) на основе модифицированного коллагена. Биологически активные ингредиенты в которой направлены на коррекцию обменных нарушений костной и соединительной ткани. Определены регламентируемые показатели качества. Получены медицинские доказательства эффективности БАД.

Ключевые слова: БАД, модифицированный коллаген, костная и соединительная ткань, коррекция нарушений, эффективность.

Abstract: A biocomplex in the form of a dietary supplement (DS) based on modified collagen has been developed. Its biologically active ingredients are aimed at correcting metabolic disorders of bone and connective tissue. Regulated quality indicators have been determined. Medical evidence of the dietary supplement's effectiveness has been obtained.

Keywords: dietary supplement, modified collagen, bone and connective tissue, correction of disorders, effectiveness.

Цель исследования: разработать специализированный продукт на основе модифицированного коллагена с оценкой эффективности терапии костной и соединительной ткани.

Материалы и методы исследования. В качестве основы специализированного продукта использован коллаген животного происхождения, модифицированный ферментативным путем с использованием грибной щелочной протеазы. Оценка эффективности

проводилась в форме рандомизированного исследования с дополнительной открытой группой сравнения. Использованы общедоступные и специальные методы исследований качества и функциональной направленности БАД. Аминокислоты и витамины определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты и их обсуждение. Разработан специализированный продукт на основе ферментированного коллагена с использованием грибной щелочной протеазы - протозима С (5000 ед/г). Новизна способа получения подтверждена патентом РФ [1-2]. Продукт зарегистрирован в форме БАД Анагран «Коллаген комплекс» с ингредиентным составом, мг/10г: метаколлаген кремний+ - 7000; аминоксидин - 931,2; метилсульфонилметан 98% - 500; натрия аскорбат 98% - 67,9; гиалуроновая кислота среднецепочечная 95% - 50; витамин К₂ (менахинон) - 0,12; бор (натрия тетраборат) - 2; каменное масло горного алтая (комплекс микроэлементов) - 20; холекальциферол (D₃) - 0,005 (200 МЕ); биотин 99% - 0,05.

Установлены регламентируемые показатели качества (табл. 1).

Таблица 1 – Регламентируемые показатели качества БАД

Показатели	Характеристики
Внешний вид	Однородная порошкообразная сыпучая масса, допускается неплотное слеживание
Цвет	Кремовый, допускаются вкрапления
Запах и вкус	Специфический, соответствует вкусоароматической добавке
Массовая доля влаги, %	Не более 10
Содержание биологически активных ингредиентов в 10 г:	
Л-оксипролин, мг	Не менее 990
Л-глицин, мг	Не менее 1460
Л-пролин, мг	Не менее 1000
Метилсульфонилметан, мг	400-600
Витамин С, мг	48-72
Витамин К ₂ , мкг	84-156
Гиалуроновая кислота	40-60
Витамин D ₃ , мкг	3,5-6,5 (200 МЕ)
Витамин Н, мкг	40-60

Технология производства включает совместное дозирование компонентов рецептуры, просеивание через вибросито с диаметром отверстий 1 мм, смешивание в V-образном смесителе из расчета 100кг – 1 час, фасовку, упаковку и хранение.

Получены медицинские доказательства эффективности БАД в комплексной терапии костной и соединительной тканей. Клинические исследования проведены на базе Сибирского государственного

медицинского университета Минздрава РФ (рук. д.м.н., профессор Л.С. Сотникова).

Основной группе пациентов в количестве 18 человек назначен биокомплекс - 10 г порошка, растворенного в стакане воды (200 см³). Группа «Плацебо» БАД не получала.

Курсовое 8-недельное применение специализированного продукта приводило к нормализации костного метаболизма на основании результатов восполнения дефицита аминокислот, восстановления белковообразующей функции печени, оптимизации клеточных ферментативных реакций, улучшения работы сигнальных пептидов APUD-системы, что, в целом, обеспечивает нормализацию метаболизма костной и соединительной тканей [3-4].

Выводы. Определены регламентируемые показатели качества БАД Анагран «Коллаген комплекс», формирующие функциональные свойства. Результаты клинических исследований показали, что эффективность разработанного биокомплекса в коррекции обменных нарушений костной и соединительной тканей подтверждена.

Список литературы

1. Вековцев, А.А. Биотехнологические аспекты получения универсальной белковой субстанции для производства специализированных продуктов с заданными функциональными свойствами/ А.А. Вековцев, Ю.Ю. Куркина, В.М. Позняковский// Вестник биотехнологии . – 2024. – №3. – С.21-36
2. Патент РФ Способ получения композиции на основе гидролизованного коллагена / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, П.Г. Былин, Ю.Ю. Куркина, В.М. Позняковский: заявка №202409706 от 10.04.2024; опубл. 23.09.2024Б бюл. №27
3. Куркина, Ю. Ю. Исследование аминокислотного состава новой формы биологически активного коллагена и его использование для поддержки здоровья соединительной ткани/ Ю.Ю. Куркина, А.Н. Австриевских// Методико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий: Материалы IV Межд. научно-практ. конф. – Кемерово, КГМУ, 15.12.2023. – С. 90-94.
4. Куркина, Ю.Ю. Новая форма биологически активного коллагена и его использование в специализированных продуктах для поддержки соединительной ткани/ Ю.Ю. Куркина// Материалы международной конференции Д.И. Менделеева. – Тюмень, 2025. – С.82-84.

АЗОЯН Д.Т.
РУКОЛА В МЯСНОЙ ОТРАСЛИ

Российский биотехнологический университет, г. Москва
e-mail: azoyandavidmgupp@mail.ru

AZOYAN D. T.
ARUCOLA IN THE MEAT INDUSTRY
Russian Biotechnology University, Moscow
e-mail: azoyandavidmgupp@mail.ru

Аннотация: В данной статье было проведено исследование руколы в мясной отрасли. Данное сырье широко используется в технологии общественного питания. Применение данного компонента будет положительно сказываться на физико-химические показатели полуфабрикатов из мяса.

Ключевые слова: рукола, рубленые полуфабрикаты, котлеты, исследование, образцы.

Abstract: In this article, a study of arugula in the meat industry was conducted. This raw material is widely used in public catering technology. The use of this component will have a positive effect on the physicochemical properties of semi-finished meat products.

Keywords: arugula, chopped semi-finished products, cutlets, research, samples.

Цель исследования. Рукола является травянистым растением с ореховым вкусом. В руколе есть витамины С, В групп, К, каротиноиды, минеральные вещества (калий, натрий, кальций, цинк), незаменимые жирные кислоты, которые обогащают мясные изделия. Совместно с другими компонентами продукты из мяса становятся функциональными из-за повышения количества микро- и макрокомпонентов. На примере рубленых полуфабрикатах, а именно котлеты будут применяться в качестве образцов исследования вместе с руколой [5].

Материалы и методы исследования. Исследования на окислительную порчу с помощью йодного числа, на плесневые и дрожжевые микроорганизмы в агар-агаре, показателей качества белка и органолептической оценки указаны в ГОСТах.

Результаты исследования и их обсуждения. Представлены результаты на рис. 1, 2, 3 и табл. 1:

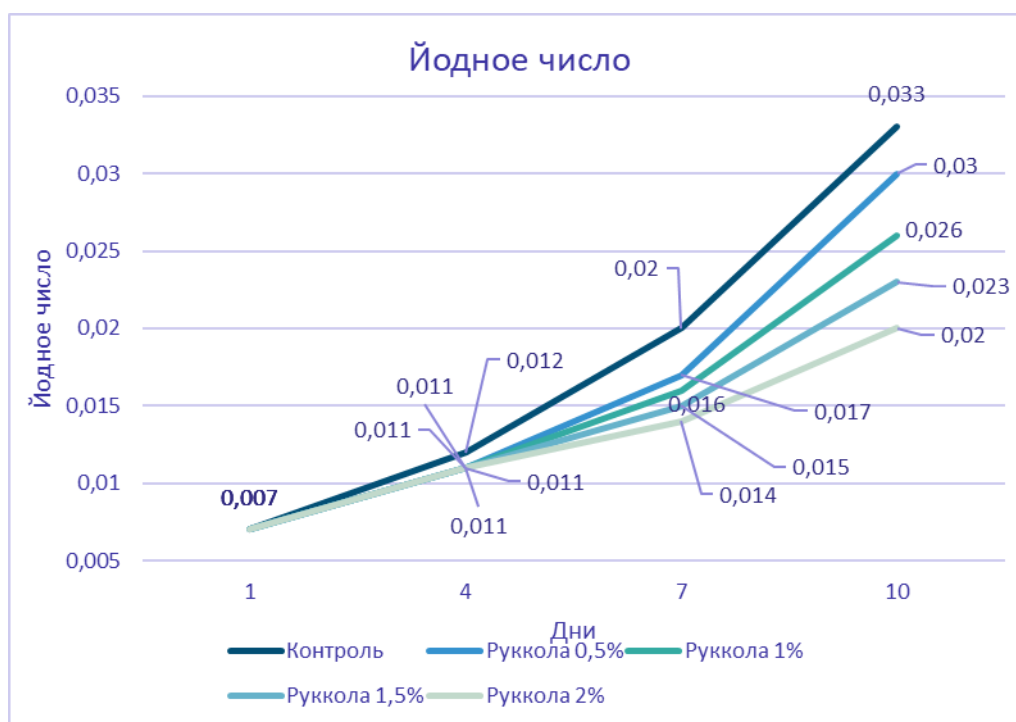


Рисунок 1 – Исследование на йодное число [1]

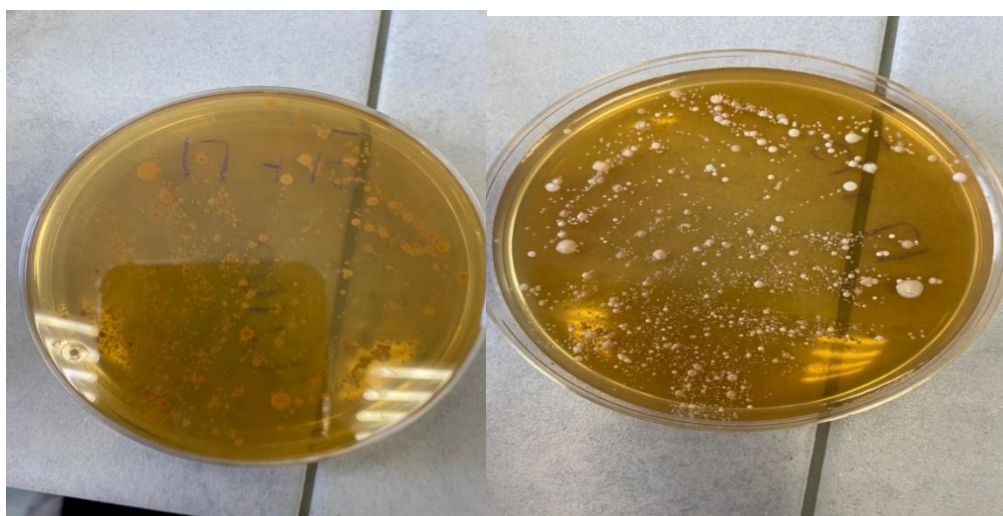


Рисунок 2 – Исследование на количество плесневых микроорганизмов и дрожжей в агар-агаре. Слева с руколой, а справа – контроль [2]

Таблица 1 – Белковые показатели [4]

Наименование	Влагосвязывающая способность	Влагоудерживающая способность
Контроль	70%	45%
Рукола	74%	55%



Рисунок 3 – Органолептическая оценка [3]

Выводы. С помощью исследований доказали эффективность применения руколу в котлетах, составив рецептуру (табл. 2):

Таблица 2 – Рецептура котлеты с руколой

Наименование	Количество основного сырья, кг на 100 кг
Говядина котлетная	35
Свинина котлетная	45
Шпик боковой	10
Рукола	0,2
Соль поваренная	1
Черный перец молотый	0,1
Кардамон молотый	0,05
Вода	8,65

Список литературы

1. Бородина, М. Р. Определение кислотного и йодного чисел растительных масел / М. Р. Бородина // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: Материалы XXIII региональной научно-практической конференции, Благовещенск, 24 мая 2022 года. Том 4. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 233-234.
2. Гунар, О. В. Сравнение условий выделения микроорганизмов-контаминантов при микробиологическом мониторинге / О. В. Гунар, Н. Г. Сахно, О. С. Тынчерова // Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 483-492.
3. Долматова, И. А. Балльный метод в органолептической оценки качества / И. А. Долматова, О. В. Горелик, Е. С. Семьянова // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Курск, 15 ноября 2019 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 104-110.
4. Жаринов, А. И. Исследование фракционного состава белков мясного сырья / А. И. Жаринов, А. О. Юнякова // Мясные технологии. –

2009. – № 5(77). – С. 50-54.

5. Каледина М. В. Рукола как перспективная биологически активная добавка в инновационные пищевые продукты с пользой для здоровья // Современная наука и инновации, 2020. – №. 3. – С. 188-201.

АХУНОВА А. Р., ЧЕРАНЁВ А. А., ШУЛЯТЬЕВА Т. Н.,
МУСИХИНА А.А., СЕРКИНА Е.А.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТИ ПЕПСИНА И ХИМОЗИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К
КАЗЕИНУ МОЛОКА**

*Кировский государственный медицинский университет, Киров
e-mail: ceranevaleksandr5@gmail.com*

AKHUNOVA A. R., CHERANEV A. A., SHULYATYEVA T. N.,
MUSIKHINA A.A., SERKINA E.A.

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF PROTEOLYTIC
ACTIVITY OF PEPSINE AND CHIMOSIN AGAINST MILK
CASEIN**

*Kirov State Medical University, Kirov
e-mail: ceranevaleksandr5@gmail.com*

Аннотация: В работе проведён сравнительный анализ молокосвертывающей активности пепсина и сычужного фермента при варьировании объёмов в диапазоне 0,1–0,2 мл на трёх типах молока: коровьем пастеризованном, коровьем непастеризованном и козьем непастеризованном. Установлены различия в скорости створаживания между пепсином и сычужным ферментом, а также влияние пастеризации и вида молока на исследуемый процесс.

Ключевые слова: метод Пятницкого, пепсин, химозин, казеин, протеолитическая активность.

Abstract: The paper presents a comparative analysis of the milk-clotting activity of pepsin and rennet at varying volumes in the range of 0.1–0.2 ml on three types of milk: cow's pasteurized milk, cow's unpasteurized milk, and goat's unpasteurized milk. The paper also examines the differences in the rate of clotting between pepsin and rennet, as well as the effect of pasteurization and the type of milk on the clotting process.

Keywords: Pyatnitsky's method, pepsin, chymosin, casein, proteolytic activity.

Цель исследования. Сравнительный анализ протеолитической (молокосвертывающей) активности пепсина и сычужного фермента по отношению к казеину коровьего и козьего молока при варьировании объема ферментов (0,1; 0,15; 0,2 мл) в условиях молочно-ацетатного буфера.

Материалы и методы исследования. Для сравнительного анализа молокосвертывающей активности были выбраны два ферментных препарата – пепсин и химозин. Использовали комбинированный лекарственный препарат «Ацидин-пепсин» (таблетки, Белмедпрепараты, Республика Беларусь), содержащий в одной таблетке 200 мг бетаина гидрохлорида (ацидина) и 0,5 мг пепсина свиного. Пепсин относится к классу аспартатных протеиназ и является одним из основных протеолитических ферментов пищеварительного тракта. В кислой среде (оптимум pH 1,4–2,5) пепсин гидролизует пептидные связи белков, включая казеин, с образованием пептидов и аминокислот. При pH 5,0 пепсин утрачивает неспецифическую протеолитическую активность, но сохраняет способность створаживать молоко за счет ограниченного гидролиза к-казеина. Бетаина гидрохлорид в составе препарата при растворении гидролизуетсся с выделением свободной соляной кислоты, создавая кислую среду, однако в условиях эксперимента (молочно-ацетатный буфер, pH 4,9) его вклад в изменение pH пренебрежимо мал. Перед опытом 1 таблетку растворяли в 25 мл дистиллированной воды при комнатной температуре, получая исходный раствор фермента с концентрацией пепсина 0,02 мг/мл [2].

Вторым объектом служил сычужный фермент со следующим составом: химозин телячий – 80%, пепсин говяжий – 20%. Сычужный фермент (реннин) традиционно получают из слизистой оболочки сычуга (четвертого отдела желудка) телят-молочников. Химозин относится к классу аспартатных протеиназ и обладает узкой субстратной специфичностью: он гидролизует преимущественно пептидную связь между фенилаланином и метионином в молекуле к-казеина. Гидролиз этой ключевой связи дестабилизирует мицеллы казеина и запускает процесс образования молочного сгустка. В отличие от пепсина, атакующего множество пептидных связей как в казеине, так и в других белках, химозин эволюционно предназначен именно для створаживания молока. Оптимум pH для химозина составляет 6,2 при температуре 40°C, однако фермент сохраняет стабильность в диапазоне pH 5,3–6,3. Примесь пепсина (20%) в использованном препарате вносит дополнительный вклад в общую протеолитическую активность. Исходный раствор сычужного фермента готовили растворением навески порошка в дистиллированной воде (концентрация 0,02 мг/мл по суммарному белку) [3].

В качестве субстрата использовали молочно-ацетатную смесь, приготовленную по методу Пятницкого. Смесь готовили смешиванием

свежего молока и ацетатного буфера ($\text{pH } 4,9 \pm 0,05$) в соотношении 1:1. Использовали три типа молока:

- коровье пастеризованное (жирность 3,2%);
- коровье непастеризованное (получено от здоровых коров в личном подсобном хозяйстве);
- козье непастеризованное (получено от здоровых коз в личном подсобном хозяйстве).

Определение активности проводили по методу Пятницкого, основанному на измерении времени створаживания молочно-ацетатной смеси под действием фермента. В пробирки объемом 10 мл вносили 5,0 мл свежеприготовленной молочно-ацетатной смеси (соответствующего типа молока). В отдельные пробирки отбирали ферментный раствор пепсина или сычужного фермента в одном из трех объемов: 0,1 мл, 0,15 мл или 0,2 мл. Все образцы готовили в трех повторностях для каждого сочетания фермента, объема и типа молока. Пробирки с субстратом и ферментом помещали в термостат при 25°C на 5 мин для уравнивания температуры. После термостатирования содержимое пробирки с субстратом быстро переносили в пробирку с ферментом, одновременно включали секундомер. Смесь осторожно перемешивали двукратным переворачиванием пробирки. В процессе инкубации пробирку периодически слегка наклоняли (каждые 10–15 с) для визуального контроля вязкости смеси. Временем створаживания (τ , с) считали момент появления первых заметных хлопьев казеина на стенках пробирки при ее наклоне.[1]

Результаты исследования и их обсуждения.

Таблица 1 – Время створаживания (τ , с) различных видов молока под действием свободных ферментов

Фермент	Объем фермента, мл	Время створаживания молока, с		
		Коровье непастеризованное	Коровье пастеризованное	Козье непастеризованное
Пепсин	0,1	-	80	-
	0,15	-	60	-
	0,2	-	55	-
Сычужный фермент	0,1	10	7	12
	0,15	5	5	9
	0,2	3	3	6

Пепсин-ацидин не вызывал образования видимого сгустка в пробах с коровьим непастеризованным и козьим непастеризованным молоком ни при одном из исследованных объёмов фермента (наблюдение прекращали через 300 с). В отношении коровьего пастеризованного молока зафиксирована слабая молокосвертывающая активность: при увеличении объёма фермента с 0,1 до 0,2 мл время створаживания снижалось с 80 до 55 с. Данный эффект носит дозозависимый характер, однако абсолютные

значения τ существенно выше, чем для сычужного фермента (в 7–18 раз при одинаковых объёмах). Это закономерно, поскольку физиологическая роль пепсина – неспецифический гидролиз белков до пептидов и аминокислот в кислой среде желудка (рН 1,5–2,5), а не контролируемое створаживание казеина. Способность створаживать молоко у пепсина является побочной и проявляется только в узком диапазоне рН при высокой концентрации фермента, однако она многократно уступает химозину. Активность пепсина в отношении казеина пастеризованного молока объясняется тем, что тепловая обработка вызывает частичную денатурацию сывороточных белков, что облегчает доступ фермента к казеину, делая субстрат более уязвимым. В сыром молоке белки находятся в нативной, более стабильной форме.

Сычужный фермент проявлял высокую молокосвертывающую способность на всех трёх типах молока. Для каждого субстрата наблюдалась чёткая обратная зависимость между объёмом фермента и временем створаживания: увеличение объёма с 0,1 до 0,2 мл приводило к закономерному ускорению образования казеинового сгустка. Наименьшее время створаживания (3 с) зафиксировано для коровьего непастеризованного и коровьего пастеризованного молока при объёме фермента 0,2 мл. Козье непастеризованное молоко створаживалось медленнее коровьего при всех объёмах: так, при 0,1 мл τ составляло 12 с (против 10 с для коровьего непастеризованного), при 0,2 мл – 6 с (против 3 с). Это указывает на несколько более низкую чувствительность козьего молока к действию сычужного фермента в условиях проведённого эксперимента.

Выводы. Таким образом, в условиях эксперимента (рН 4,9, 25 °С) сычужный фермент значительно превосходит пепсин по молокосвертывающей активности. Пепсин-ацидин не может рассматриваться как эффективный заменитель сычужного фермента для контролируемого створаживания молока, особенно при работе с непастеризованным или козьим молоком. Полученные результаты подтверждают, что для надёжного и быстрого створаживания молока необходим фермент с узкой субстратной специфичностью (химозин) либо смеси на его основе, а использование пепсина в данных условиях малоэффективно.

Список литературы

1. Руководство по клиническим лабораторным исследованиям / под ред. Е.А. Кост, Л.Г. Смирновой. – 6-е изд., стер. – М.: Медицина, 1964. – 960 с.
2. Биохимия. Учебное пособие В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская. – Екатеринбург.: Уральский институт, 2016. – 132 с.

3. Биохимия молока и молочных продуктов / Горбатова К.К. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 320с.

БАРУТА С. А., ТАРАСОВА Е.Е., БОГДАНОВА Н. В.
**ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И РЕЗИСТЕНТНОСТИ
ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ
БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСТВОРОВ
КЫСТ-АЛЬ-ХИНДИ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ
ЭКСТРАГЕНТОВ**

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

BARUTA S. A., TARASOVA E.E., BOGDANOVA N. V.
**STUDY OF SENSITIVITY AND RESISTANCE OF GRAM-POSITIVE
AND GRAM-NEGATIVE BACTERIAL CULTURES UNDER THE
ACTION OF *SAUSSUREA COSTUS* SOLUTIONS OBTAINED FROM
VARIOUS EXTRACTANTS**

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: sveta.imagine-dragons22@yandex.ru*

Аннотация: Поиск и открытие новых альтернативных источников против патогенных микроорганизмов является одной из важнейших задач в науке. Антибактериальная активность экстрактов кыст-аль-хинди была исследована на музейных бактериальных штаммах *Staphylococcus aureus* B-1841 и *Escherichia coli* B-238 и на диких штаммах грамположительных кокков и грамотрицательных палочек.

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

Abstract: the search and discovery of new alternative sources against pathogenic microorganisms is one of the most important tasks in science. The antibacterial activity of *Saussurea Costus* extracts was studied on museum bacterial strains of *Staphylococcus aureus* B-1841 and *Escherichia coli* B-238 and on wild strains of Gram-positive cocci and Gram-negative bacilli.

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

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

Материалы и методы исследования. Объектом для исследования служил порошок корня кыст-аль-хинди (Индия), из которого получали водный, гексановый и этанольный (70%) экстракты с концентрацией 100 мг/мл [1].

В ходе исследования антибактериальной активности использовали четыре бактериальные культуры: музейные штаммы *Staphylococcus aureus* B-1841 и *Escherichia coli* B-238, и два штамма грамположительных кокков и грамотрицательных палочек, выделенных с кожи человека.

В основе исследования лежит диско-диффузионный метод, для которого заранее подготавливают диски с исследуемыми веществами. Оценку антибактериальной активности экстрактов проводили с помощью измерения диаметров зон ингибирования роста бактерий вокруг диска, включая диаметр самого диска: диаметр зоны ингибирования меньше 14 мм – испытуемая культура резистентна к данной концентрации экстрактов (**R**), 15-16 мм – умеренно-устойчивая активность (R/S), 17 мм и выше – высокая чувствительность микроорганизмов к данным экстрактам (**S**) [3].

На стерильные диски наносили приготовленные экстракты, действие повторяли 15 раз для увеличения концентрации и после каждого нанесения диски высушивали. Затем диски размещали на поверхности чашек с культурами и дополнительно наносили по 6 мкл исследуемых экстрактов. В качестве контролей использовали диски с цефтриаксоном (антибиотик) и тремя растворителями (вода, этанол 70% и гексан), которые использовались для приготовления экстрактов [1]. После этого чашки помещали в термостат на 24 часа при температуре 37°C. Спустя сутки измеряли диаметр зон ингибирования роста бактерий. Опыт проводили в трех повторях.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных исследований были получены следующие зоны ингибирования (таблицы 1-3):

Таблица 1 – Антибактериальная активность контрольных растворов в отношении бактериальных культур

Бактерии	Контроль							
	Цефтриаксон		Вода		Этанол 70%		Гексан	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
<i>St. aureus</i>	30	S	0	R	0	R	0	R
<i>E. coli</i>	30	S	0	R	0	R	0	R
Штамм 1	48	S	0	R	0	R	0	R
Штамм 2	30	S	0	R	0	R	0	R

Все контрольные растворы по-разному проявили активность по отношению к культурам микроорганизмов. Цефтриаксон проявил высокую антибактериальную активность. По отношению ко всем контролям-растворителям микроорганизмы оказались устойчивы (Таблица 1). В дальнейшем это будет использоваться как подтверждение того, что на бактерии действуют именно экстракты кыст-аль-хинди, а не сами растворители.

Таблица 2 – Антибактериальная активность экстрактов в отношении музейных штаммов *St. aureus* и *E. coli*

Бактерии	Водный экстракт		Этанольный экстракт		Гексановый экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
<i>St. aureus</i> <i>B-1841</i>	0	R	12	R	15	R/S
	0	R	14	R	16	R/S
	0	R	13	R	16	R/S
<i>E. coli</i> B- 238	0	R	0	R	0	R
	0	R	0	R	0	R
	0	R	0	R	0	R

Согласно данным таблицы 2 водный и этанольный экстракты кыст-аль-хинди показали отсутствие антибактериальной активности в отношении обеих бактериальных культур. Гексановый экстракт обладает умеренно-устойчивой активностью по отношению к грамположительной культуре, а именно штамму золотистого стафилококка *B-1841*, но не проявляет активности по отношению к грамотрицательной кишечной палочке *B-238*.

Таблица 3 – Антибактериальная активность экстрактов в отношении диких штаммов грамположительных кокков (штамм 1) и грамотрицательных палочек (штамм 2)

Бактерии	Водный экстракт		Этанольный экстракт		Гексановый экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
Штамм 1	0	R	16	R/S	15	R/S
	0	R	18	S	16	R/S
	0	R	17	S	16	R/S
Штамм 2	0	R	22	S	18	S
	0	R	18	S	17	S
	0	R	20	S	17	S

В отношении штамма 1 зоны задержки роста составили 0 мм для водного экстракта, что свидетельствует о полной резистентности бактериальных культур к данному экстракту. Полученные из таблицы 3 данные свидетельствует о высокой антибактериальной активности

этанольного экстракта в отношении обеих культур. В случае с гексановым экстрактом штамм 1 и штамм 2 показали высокую чувствительность к действию экстракта.

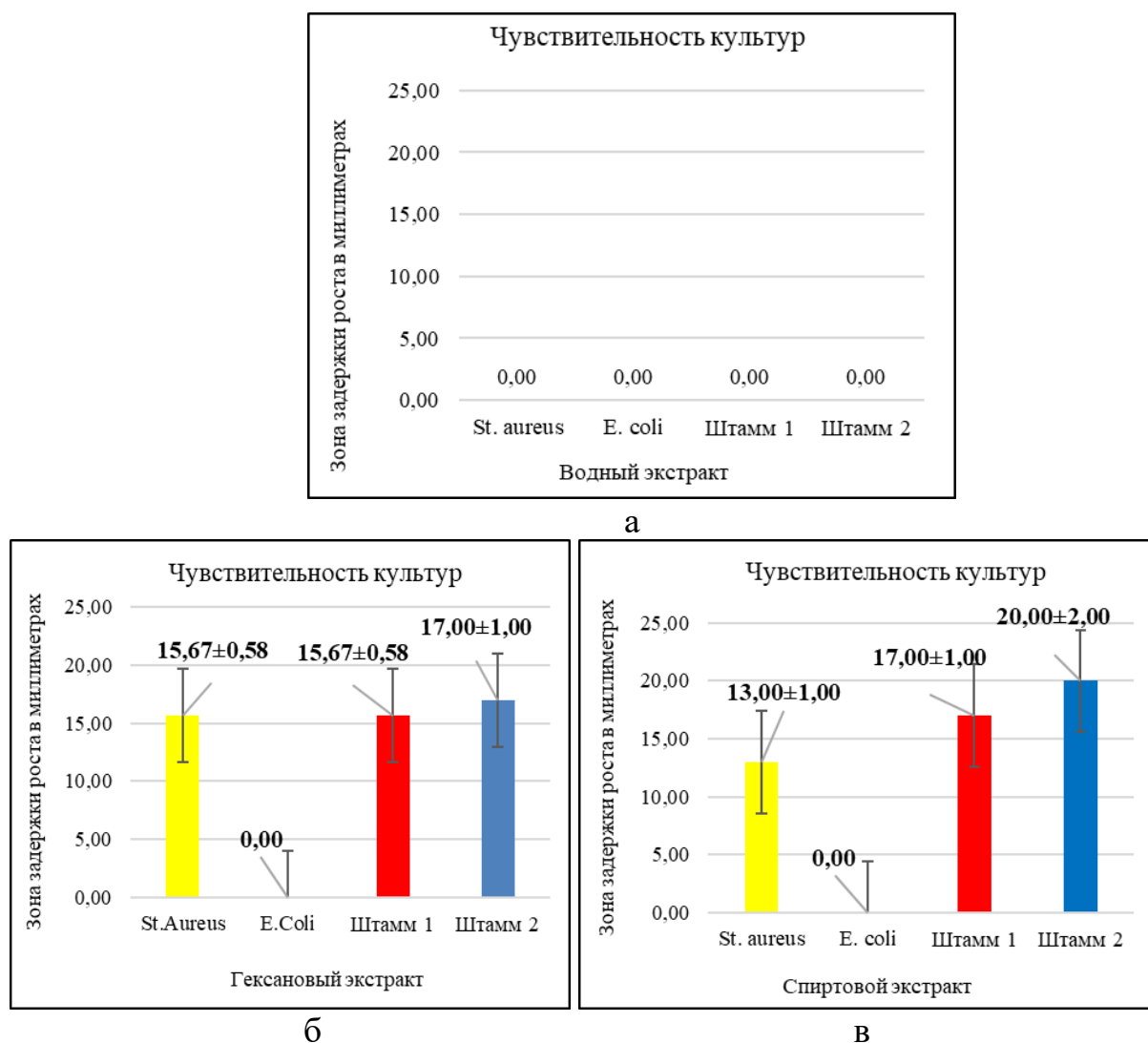


Рисунок 1 – Чувствительность бактериальных культур к исследуемым веществам: а) водный экстракт; б) этанольный экстракт; в) гексановый экстракт

Сравнительный анализ антибактериальной активности экстрактов кыст-аль-хинди продемонстрировал, что средние диаметры зон ингибирования роста составили: 13,00±1,00 мм в отношении *St. aureus*, 17±1 мм в отношении штамма 1 и 20±2,00 мм в отношении штамма 2 для этанольного экстракта. Для гексанового экстракта средние диаметры зон задержки роста составили 15,67±0,58 мм в отношении *St. aureus*, 15,67±0,58 мм в отношении штамма 1 и 17±1 мм в отношении штамма 2. В отношении *E. coli* оба экстракта не показали антибактериальной активности. Все культуры оказались устойчивыми к действию водного экстракта.

Выводы. Результаты исследования антибактериального действия водного, этанольного и гексанового экстрактов корней кыст-аль-хинди показали, что как грамположительные, так и грамотрицательные бактерии чувствительны к воздействию экстрактов. При этом грамотрицательные штаммы демонстрируют более высокую чувствительность по сравнению с грамположительными микроорганизмами, что подтверждается более выраженными зонами ингибирования. Наиболее выраженную активность продемонстрировал гексановый экстракт. Этанольный экстракт по отношению к золотистому стафилококку проявил наименьшую антибактериальную активность. Все исследуемые бактериальные культуры оказались устойчивыми к воздействию водного экстракта кыст-аль-хинди. Результаты свидетельствуют о том, что дикие штаммы бактериальных культур более чувствительны к воздействию экстрактов кыст-аль-хинди, чем музейные штаммы микроорганизмов.

Список литературы

1. 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.
2. Барута, С. А. Антибактериальная активность экстрактов кыст-аль-хинди в отношении грамположительных и грамотрицательных бактериальных культур / С. А. Барута, Н. В. Богданова // 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. – С. 30–34.
3. Ahmed, S. Investigation of antibacterial and antifungal activity of *Saussurea costus* root extracts / S. Ahmed, S. Coskun // Anais da Academia Brasileira de Ciencias. – 2023. – Vol. 95, № 1. – P. 5–22.

БОЛОТИНА К.С., АБРАМОВ Н.В
**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОМ ПОДБОРЕ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ**
Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: bolotina.karina07@mail.ru

BOLOTINA K.S., ABRAMOV N.V.
**THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZED
NUTRITION PLANNING**
Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: bolotina.karina07@mail.ru

Аннотация: В настоящее время фактор здорового питания признан одним из фундаментальных компонентов глобальной стратегии Всемирной организации здравоохранения, по данным которой, 60% причин смертности населения напрямую ассоциированы с проблемами питания. Цифровые технологии, интегрирующие искусственный интеллект, сбор и обработку больших данных, характеризуются высокой экономической целесообразностью и функциональной эффективностью для индивидуального применения.

Ключевые слова: Цифровая нутрициология, информационные технологии, персонализированное питание, искусственный интеллект.

Abstract: Currently, the factor of healthy nutrition is recognized as one of the fundamental components of the global strategy of the World Health Organization, according to which, 60% of the causes of population mortality are directly associated with nutrition problems. Digital technologies that integrate artificial intelligence, the collection and processing of big data, are characterized by high economic feasibility and functional efficiency for individual application.

Keywords: Digital nutrition, information technology, personalized nutrition, and artificial intelligence.

Цель исследования. Изучить литературные данные по вопросам применения искусственного интеллекта для персонализированного подбора рациона питания.

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

Результаты исследования и их обсуждение. Цифровая нутрициология – это новое научное направление, объединяющее науку о питании с информационными технологиями, математическим моделированием и искусственным интеллектом для создания персонализированных программ питания. Персонализированное питание -

это подход к организации питания, основанный на учете индивидуальных особенностей человека (генетика, метаболизм, образ жизни, предпочтения) для разработки оптимального рациона питания. Для определения таких особенностей используют различные виды медицинских анализов и исследований [1].

Информатизация общества обеспечила широкое распространение и повышенную доступность информации, в том числе о биологических процессах в организме и роли различных нутриентов в них. Эти знания стимулируют спрос на биологически активные добавки, подбор рационов питания в соответствии с особенностями организма. Дополнительными драйверами распространения персонализированного питания служат: бурное развитие генетики и ее специализированных направлений, прогресс цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта и Интернета вещей. Фундаментальный принцип персонализированного питания заключается в оптимизированном содержании макро- и микронутриентов, обеспечивающем гомеостаз органов и систем, подверженных риску генетически детерминированных патологий.

Алгоритмы и технологии искусственного интеллекта, интегрированные в современные инструменты, обеспечивают учет индивидуальных физиологических потребностей каждого пациента с учетом анатомо-физиологических характеристик, функционального состояния пищеварительной системы и других органов, особенностей метаболизма, нутриентного статуса, гастрономических предпочтений и прочих факторов. Они автоматизируют сбор данных, их оперативную обработку, проводят углубленный анализ реального рациона питания в сжатые сроки с генерацией визуализированных отчетов; формируют технологические карты рецептов с расчетом нутриентного профиля с учетом различных методов холодной и тепловой обработки; разрабатывают персонализированные рационы на основе многофакторного анализа и преобразуют их в комплексные отчеты, включающие данные о соматометрических показателях, образе жизни, факторах риска, структуре питания, среднем нутриентном составе суточного рациона, распределении калорийности по приемам пищи, пропорциях макронутриентов, качественном составе углеводов, а также доле основных пищевых групп в рационе.

Применение современных инструментов с применением ИИ в медицинских учреждениях приводит к снижению трудоемкости работы специалистов, персонализации и повышению качества рекомендованных рационов, улучшению клинических и профилактических показателей по сердечно-сосудистым заболеваниям, сахарному диабету, ожирению и сопутствующим патологиям, росту приверженности пациентов к назначенным рационам и рекомендациям по оптимальному питанию,

повышению нутрициологической грамотности населения, снижению заболеваемости и укреплению общественного здоровья [2].

Одним из наиболее перспективных направлений в современной персонифицированной медицине выступает разработка цифровых двойников пациентов. Данная технология обеспечивает интеграцию многомерных данных в режиме реального времени, расширяет возможности аналитики и виртуального моделирования, что повышает эффективность и индивидуальность медицинской помощи. Она позволяет реализовать прогностическую аналитику, оптимизировать лечебные протоколы и диетические рекомендации, а также облегчает обучение молодых специалистов за счёт симуляции различных нарушений питания и апробации множества вариантов врачебных решений. Более того, цифровые двойники способны формировать персонализированные планы лечения и коррекции рациона, основанные на уникальных характеристиках пациента, его анамнезе и текущих физиологических параметрах в режиме реального времени.

Разработаны различные ИИ-платформы, которые выполняют комплексный анализ разнообразных биомедицинских данных - включая геномную информацию, характеристики микробиома, параметры метаболических процессов, клинические анализы и показатели физической активности - и на этой основе формируют индивидуализированные рекомендации по питанию.

Примером ИИ-платформ для клинического применения служит система «Нутриент Планнер» - интеллектуальный сервис для медицинских учреждений, диетологов и нутрициологов, который оперативно формирует персонализированные рационы на основе онлайн-анкетирования, данных электронного пищевого дневника и расчёта потребляемых нутриентов с использованием обширной базы рецептов.

Израильская компания Nutrino (группа Medtronic) разработала одноимённую платформу, анализирующую информацию о приёмах пищи, реакциях на продукты, состоянии здоровья и мультимедийные данные множества пользователей для выявления взаимосвязей и формирования индивидуальных рекомендаций.

Платформа LifeNome использует технологию Genomics AI, которая анализирует генетические маркеры для разработки персонализированных планов питания, оптимизируя макро- и микронутриенты на основе ДНК-профиля. Применяется в организациях здравоохранения более 14 стран; модели машинного обучения в нутригенетике прогнозируют риски развития заболеваний при употреблении определённых продуктов.

Для взаимодействия пациентов с ИИ-моделями широко используются мобильные приложения. MyFitnessPal представляет собой онлайн-дневник питания с базой свыше 14 млн блюд, интеграцией с фитнес-сообществом и рецептами, одобренными диетологами. Cronometer

обеспечивает детализированное ведение пищевого дневника, синхронизацию с носимыми устройствами и отслеживание биометрических показателей (боль, уровень глюкозы, состояние кишечника), формируя отчёты о макронутриентном составе рациона.

Для эффективной работы ИИ-моделей необходимы разнообразные данные о состоянии организма и питании, источником которых выступают носимые устройства. Непрерывные глюкометры (НМГ) для недиабетиков регистрируют реакцию организма на пищу, стресс, сон и физическую активность. Биосенсор Stelo - первый безрецептурный НМГ, одобренный FDA для взрослых без диабета, - измеряет уровень глюкозы круглосуточно и передаёт данные на смартфон. Срок службы датчика составляет до 15 дней, он устойчив к физическим нагрузкам и водным процедурам. Мобильные приложения Signos и Levels анализируют данные глюкометрии, создавая «метаболические снимки» после еды, тренировок и сна, интегрируются с Apple Health/Google Fit и преобразуют показания в практические рекомендации в реальном времени (например, совершить прогулку при резких скачках глюкозы, скорректировать время приёма пищи или баланс макронутриентов), связывая их с дневником питания и активности для установления причинно-следственных связей.

Использование искусственного интеллекта в виде высокотехнологичного подхода представляет собой одно из передовых направлений в современной науке о питании, способное смягчить многие системные вызовы данной области [3]. Цифровая нутрициология предполагает перевод на язык цифр физиологических потребностей организма в энергии, пищевых и биологически активных веществах, а также индивидуализированных рационов, химического состава продуктов питания и формируемых из них рационов в целом. На основе таких цифровых моделей создаются программные инструменты, позволяющие оперативно и надёжно разрабатывать персонализированные рационы как для обеспечения здорового питания населения, так и для профилактики и терапии алиментарно-зависимых заболеваний.

К числу ключевых факторов, обусловивших активное внедрение информационных технологий в нутрициологию, относятся снижение стоимости доступа к ИТ-инфраструктуре, рост количества приложений поддержки принятия решений в медицине и здравоохранении, распространение носимых устройств, собирающих медицинские и поведенческие данные и генерирующих рекомендации по коррекции здоровья и формированию рационов, а также усиление интереса к персональным динамическим траекториям самомониторинга и управления здоровьем. Технологии искусственного интеллекта и Интернет медицинских вещей позволяют специалистам более обоснованно принимать клинические решения, снижать вероятность ошибок и обеспечивать персонализированный уход за пациентами. В перспективе

эти решения могут способствовать повышению удовлетворенности пациентов, сокращению затрат на здравоохранение и улучшению исходов коррекции здоровья [4].

Выводы. Внедрение искусственного интеллекта в практику персонализированного питания должно учитывать не только технологическую доступность решений, но и уровень цифровой грамотности населения, а также принципы социального равенства. В ходе интеграции концепции персонализации питания необходимо учитывать интересы государственных органов, населения, системы здравоохранения, коммерческих медицинских структур, производителей и регуляторов. Гармонизация нормативно-правовой базы может способствовать стандартизации применения ИИ-решений в области питания, обеспечению единых критериев качества и повышению доверия общества к цифровым технологиям в здравоохранении. Дальнейшее развитие данной концепции в технической, правовой и научно-методологической сферах, а также преодоление существующих ограничений, включая вопросы качества данных, интерпретируемости алгоритмов и контекстуализации рекомендаций, потребует значительных финансовых и организационных ресурсов. Эти усилия приобретают особое значение для разработки масштабируемых, научно обоснованных стратегий, направленных на борьбу с недоеданием, ожирением и другими хроническими заболеваниями посредством индивидуализированного подхода к питанию и цифровых терапевтических вмешательств.

Список литературы

1. Введение в персонализированную цифровую нутрициологию / М. Б. Гавриков, А. А. Кислицын, Ю. Н. Орлов [и др.]. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 112 с.: ил. - DOI: 10.33029/9704-6899-9-PZN-2022-1-112. - ISBN 978-5-9704-6899-9.
2. Медицина будущего: роль искусственного интеллекта в оптимизации питания для здоровьесбережения населения России / В. А. Тутельян, И. Ю. Тармаева, М. А. Каде, Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93, № 4(554). – С. 6-13. – DOI 10.33029/0042-8833-2024-93-4-6-13. – EDN KANTYS.
3. Гулян В.Л. Этические аспекты использования искусственного интеллекта в рекомендациях по питанию и здоровью // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2025. 12(141).
4. Цифровая нутрициология: спектральные портреты меню оптимального питания / Ю.Н. Орлов, А.А. Кислицын, А.О. Камбаров [и др.]. // Научная визуализация, 2020, Т 12, № 2, С. 139 - 150. DOI: 10.26583/sv.12.2.11

БРЮХАЧЕВ А.Н., ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М.
**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ
СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ**

*Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава РФ
e-mail: Salomandr1234@yandex.ru*

BRYUKHACHEV A.N., POZNYAKOVSKY V.M.
**METHODOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPING SPORTS NUTRITION
PRODUCTS**

*Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of the Russian
Federation
e-mail: Salomandr1234@yandex.ru*

Аннотация: с учетом имеющихся теоретических знаний и практического опыта рассмотрены методологические аспекты разработки продуктов спортивного питания, которые, в целом, отвечают принципам рационального сбалансированного питания, сформированным академиком А.А. Покровским. К ним относятся: это количество получаемой из пищи энергии должно соответствовать его расходованию; рецептурные ингредиенты спортивного продукта подбираются исходя из возраста, пола и квалификации спортсмена, вида спорта и интенсивности нагрузок; реализация функциональных свойств продукта зависит от генома и микробиома спортсмена. Необходим индивидуальный подход в разработке рациона и режима приема пищи.

Ключевые слова: спортивное питание, методологические основы, особенности генома, микробиома и соревновательная деятельность спортсмена.

Abstract: based on existing theoretical knowledge and practical experience, this article examines the methodological aspects of developing sports nutrition products that generally adhere to the principles of rational, balanced nutrition established by Academician A.A. Pokrovsky. These include: the amount of energy received from food should correspond to its expenditure; the ingredients of the sports product are selected based on the athlete's age, gender, and skill level, the type of sport, and the intensity of the training; the realization of the product's functional properties depends on the athlete's genome and microbiome. An individualized approach to developing a diet and meal plan is essential.

Keywords: sports nutrition, methodological principles, features of the genome, microbiome and competitive activity of an athlete.

Цель исследования. Сформулировать основные методологические принципы создания продуктов спортивного питания

Материалы и методы исследования. Литературный материал по теме исследования и методы его анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. С учетом накопленных теоретических знаний и практического опыта можно сформулировать основные методологические принципы разработки продуктов спортивного питания:

1. Количество энергии, получаемой с пищей, должно соответствовать ее расходованию в тренировочном, соревновательном и восстановительном периодах;

2. Подбор рецептурных ингредиентов специализированного продукта осуществляется в зависимости от пола, возраста и квалификации спортсмена, вида спорта, интенсивности нагрузок в различные периоды соревновательной деятельности, обеспечения организма необходимыми макро- и микроэлементами;

3. Эффективность реализации функциональных свойств происходит исходя из индивидуальных особенностей генома, национальных и религиозных предпочтений, что формирует методологические основы персонализации питания.

В целом рацион спортсменов должен отвечать принципам рационального сбалансированного питания, сформулированным академиком А.А. Погоровским.

С учетом графика тренировочного и соревновательного процессов определяются формы питания и режимы приема пищи. Необходим индивидуальный подход в разработке рациона спортивного питания в зависимости от антропометрических, физиологических и метаболических характеристик спортсмена. Возможной аллергенности отдельных нутриентов, пищевых привычек и состояния микробиома. Особую актуальность это приобретает в условиях больших нервно-эмоциональных напряжений.

В таблице 1 представлена потребность спортсменов высокой квалификации в энергии, макро- и микронутриентах.

Таблица 1 – Потребность спортсменов высокой квалификации в энергии, макро- и микронутриентах

Показатели (в сутки)	4-я группа физической активности (КФА – 2,2)	
	мужчины	женщины
Энергия и макронутриенты		
Энергия, ккал	<3800	3000
Белок, г	114	90
В т.ч. животный, г	57	45
% от ккал	12	12
Жиры, г	127	100
Жир, % от ккал	30	30
МНЖК, % от ккал	10	10

ПНЖК, % от ккал	6-10	6-10
Омега-6, % от ккал	5-8	5-8
Омега-3, % от ккал	1-2	1-2
Фосфолипиды, г	5-7	5-7
Углеводы, г	551	435
Сахар, % от ккал	<10	<10
Пищевые волокна, г	20-25	20-25
Витамины		
Витамин С, мг	100	100
Продолжение таблицы 1.		
Витамин В1, мг	1,5 (0,6 мг/1000 ккал)	1,5
Витамин В2, мг	1,8 (0,75 мг/1000 ккал)	1,8 (0,75 мг/1000 ккал)
Витамин В6, мг	2,0	2,0
Ниацин, мг	20 (8 мг ниац.экв/1000 ккал)	20 (8 мг ниац.экв/1000 ккал)
Витамин В12, мкг	3,0	3,0
Фолаты, мкг	400	400
Пантотеновая кислота, мг	5,0	5,0
Биотин, мкг	50	50
Витамин А, мкг рет. экв.	900	800
Бета-каротин, мг	5,0	5,0
Витамин Е, мг ток. Экв.	15	15
Витамин D, мкг	15	15
Витамин К, мкг	120	120
Минеральные вещества		
Кальций, мг	1000	1000
Фосфор, мг	700	700
Магний, мг	420	420
Калий, мг	500	3500
Натрий, мг	1300	1300
Хлориды, мг	2300	2300
Железо, мг	10	18
Цинк, мг	12	12
Йод, мкг	150	150
Медь, мг	1,0	1,0
Марганец, мг	2,0	2,0
Селен, мкг	70	55
Хром, мкг	40	40
Молибден, мкг	70	70

Накопленный в настоящее время материал о роли питания в повышении работоспособности и сохранении здоровья обобщен в работах [1, 2] и позволил определить механизм участия фактора питания в различные периоды соревновательной деятельности (Рис. 1).

Питание – это ключевой фактор, обеспечивающий спортивные результаты, здоровья и качество жизни спортсменов. Особенно это относится к профессиональному спорту, для которого характерны физические и психологические нагрузки. Сбалансированный рацион спортсменов способствует биосинтезу важнейших нутриентов и продуктов их обмена. Влияние биологически активных компонентов пищи на процессы метаболизма связано с активизацией жизненно-важных процессов – сопряженное фосфорилирование, образование коэнзимных форм витаминов, анаэробное окисление, количественное накопление миоглобина, трансгликозилазные реакции и др.



Рисунок 1 – Механизм нутриентно-метаболической поддержки спортсменов в различные периоды соревновательной деятельности

Выводы.

1. Сформулированы основные методологические принципы спортивного питания с учетом возраста, пола, квалификации и особенностей соревновательной деятельности спортсменов.
2. На основе имеющихся литературных данных и материалов собственных исследований рассмотрен механизм нутриентно-

метаболической поддержки спортсменов в различные периоды соревновательной деятельности.

Список литературы

1. Дмитриев, А. В. Спортивная нутрициология: наука и практика реализации в аспекте повышения работоспособности и сохранения здоровья спортсменов. Консенсус МОК / А. Дмитриев, Л.М. Гунина // Наука в олимпийском спорте. – 2018. - № 2. – С. 70-80.
2. Никитюк, Д.Б. Природные биологически активные комплексы в решении приоритетных задач спортивного питания / Д.Б. Никитюк, Н.Ю. Латков, В.М. Позняковский, Н.И. Суслов // Человек, спорт, медицина. – 2017. – Т17, № 4 – С. 64-76.

¹ВЕКОВЦЕВ А.А., ²КУРКИНА Ю.Ю., ³ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М.
**ОЛИГОПЕПТАН, ГЛЮКОЗАМИН И ХОНДРОИТИН –
 БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ
 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ
 АРТРИТА**

¹ Компания «Артлайф», г. Томск

² Томский государственный национальный исследовательский
 университет, г. Томск

³ Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава РФ,
 г. Кемерово
 e-mail: pvm1947@bk.ru

¹ VEKOVTSSEV A.A., ² KURKINA YU.YU., ³ POZNYAKOVSKY V.M.
**OLIGOPEPTANE, GLUCOSAMINE AND CHONDROITIN ARE
 BIOLOGICALLY ACTIVE INGREDIENTS OF A SPECIALIZED
 PRODUCT FOR THE PREVENTION OF ARTHRITIS**

¹ Artlife Company, Tomsk

² Tomsk State National Research University, Tomsk

³ Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of the Russian
 Federation, Kemerovo
 e-mail: pvm1947@bk.ru

Аннотация: Разработан биокомплекс, зарегистрированный в форме биологически активной добавки (БАД), действующими веществами которого являются олигопептан, глюкозамин и хондроитин. Определены регламентируемые показатели качества, определяющие функциональную направленность специализированного продукта. Имеются клинические

доказательства эффективности БАД в отношении регенерации и прерапарации соединительной ткани.

Ключевые слова: БАД, олигопептан, глюкозамин, хондроитин, функциональные свойства, эффективность.

Abstract: A biocomplex has been developed and registered in the form of a dietary supplement (DS), the active ingredients of which are oligopeptan, glucosamine, and chondroitin. The regulated quality indicators that determine the functional orientation of the specialized product have been determined. There is clinical evidence of the effectiveness of the DS in terms of regeneration and preparation of connective tissue.

Keywords: DS, oligopeptan, glucosamine, chondroitin, functional properties, effectiveness.

Цель исследования. Разработать, определить качественные характеристики и эффективность специализированного продукта в отношении профилактики артрита.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования служил биоконплекс, ингредиенты которого обладают синергическим действием в отношении коррекции метаболических нарушений соединительной ткани. Использованы традиционные и специальные методы исследования качества и эффективности БАД.

Результаты и их обсуждение. Разработан специализированный продукт в форме БАД «Коллаген 5000 «Хондро», основными ингредиентами которого являются олигопептан, глюкозамин и хондроитин (табл. 1).

Таблица 1 – Качественный и количественный состав «Коллаген 5000 «Хондро»

Ингредиенты	Содержание, (рекомендованная потребления)	мг/50г норма
«Олигопептан» (пептиды, полученные из сывороточного белка молока методом ферментативного гидролиза протеазой)	150	
Глюкозамин сульфат (получен из хитина ракообразных)	291,67	
Хондроитин сульфат (получен из хрящевой лососевых рыб)	150	
Метаколлаген кремний+ (коллаген говяжий гидролизированный с минеральной водой, содержащей биоактивную орто-кремниевую кислоту)	5000	
Бета-аланин (структурный элемент карпозина)	500	
Лейцин	200	
Изолейцин	100	
Валин	100	

По внешнему виду представляет жидкость с допустимым небольшим осадком. Вкус и аромат соответствует натуральной вкусо-ароматической добавке.

Установлены регламентируемые показатели качества, характеризующие функциональные свойства специализированного продукта, мг/50г: глюкозамин – 175*, хондроитансульфат – 150*, бета-аланин – 500*; L-глицин, не менее – 1050; L-пролин, не менее – 820; L-оксипролин, не менее – 500; сорбат калия, %, не более – 0,1; бензоат натрия, %, не более 0,1; пептидная связь **.

* - усредненный показатель;

** - регламентируется закладкой, количественное содержание контролируется в субстанции при входном контроле сырья.

Показано, что с возрастом синтез собственного коллагена в организме человека уменьшается, уплотняется фибриллярная форма коллагена, что приводит к ухудшению тканей, содержащих коллаген, развивается артрит, переходящий в артроз. Усиливаются процессы деградации хрящевой ткани, хрящевой матрикс теряет гликозаминогликаны и коллаген с последующими негативными изменениями в суставах и костной ткани.

В этом случае биологически активные ингредиенты разработанной формы БАД, в оптимальных количествах и соотношениях, направлены на коррекцию метаболических нарушений и сохранение здоровья соединительной ткани, придавая ей прочность и эластичность. Другие компоненты рецептуры – аминокислоты и минеральные вещества (кремний) являются промоутерами коллагена, обеспечивая его биодоступность, усвояемость и эффективность.

Клинически доказано, что Коллаген 5000 «Хондро» снижает воспалительные процессы, усиливает регенерацию и репарацию соединительной ткани, обеспечивает подвижность суставов, защищая их и мышцы от травм, что в целом профилактирует артрит [1].

Новизна композиции на основе модифицированного коллагена и его роль в оздоровлении соединительной ткани подтверждены патентом РФ [2]. Получена государственная регистрация БАД, продукт апробирован и производится на предприятиях биотехнологического кластера компании «Артлайф» (г. Томск).

Выводы. Разработан специализированный продукт, биологически активные ингредиенты которого эффективны в профилактике артрита.

Список литературы

1. Куркина, Ю.Ю. Биоконплексы для здоровьесберегающих пищевых систем на основе ферментированного коллагена и его промоуторов/ Ю.Ю.Куркина, В.М. Позняковский, А.Н. Австриевских// Коллективная монография «Инновационные здоровьесберегающие

технологии в профилактической и лечебной медицине». – М.: Инфра-М, 2025. – С. 192 – 203.

2. Патент РФ Композиция на основе гидролизованного коллагена для повышения уровня структурного белка в организме, питания и восстановления соединительной ткани / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, П.Г. Былин, Ю.Ю. Куркина, В.М. Позняковский: заявка №2025118388; дата государственной регистрации: 31.03.2026.

ГРИЩЕНКО М. М., СОБОЛЕВА О.М.
**ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО
 УНИВЕРСИТЕТА О ПРОБИОТИКАХ, ПРЕБИОТИКАХ И
 СИНБИОТИКАХ**

*Кафедра микробиологии и вирусологии
 Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
 e-mail: mariagrisenko2819@gmail.com*

GRISHCHENKO M. M., SOBOLEVA O. M.
**ASSESSMENT OF THE KNOWLEDGE OF MEDICAL UNIVERSITY
 STUDENTS ABOUT PROBIOTICS, PREBIOTICS AND SYNBIOTICS**

*Department of Microbiology and Virology
 Kemerovo State Medical University, Kemerovo
 e-mail: mariagrisenko2819@gmail.com*

Аннотация. В статье представлены результаты анкетирования студентов 1-6 курсов Кемеровского государственного медицинского университета с целью оценки осведомленности о пробиотиках, пребиотиках и синбиотиках. Выявлено, что большинство студентов знают общее понятие пробиотиков (78%), однако лишь 56% правильно определяют термин «синбиотики». Только 37,8% опрошенных знают правильный интервал приема пробиотиков с антибиотиками. Основным источником информации о пробиотиках является интернет (65,8%). Выявленные пробелы в знаниях указывают на необходимость углубления теоретической подготовки студентов-медиков по данной теме.

Ключевые слова: пробиотики, пребиотики, синбиотики, студенты медицинского университета, осведомленность, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*.

Abstract. The article presents the results of a survey of 1st-6th year students of Kemerovo State Medical University in order to assess awareness of probiotics, prebiotics and synbiotics. It was revealed that the majority of students know the general concept of probiotics (78%), but only 56% correctly

define the term «synbiotics». Only 37,8% of the respondents know the correct interval for taking probiotics with antibiotics. The main source of information about probiotics is the Internet (65,8%). The identified knowledge gaps indicate the need to deepen the theoretical training of medical students on this topic.

Keywords: probiotics, prebiotics, synbiotics, students of medical university, awareness, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*.

Цель исследования – оценить уровень осведомленности студентов-медиков КемГМУ об отличии пробиотиков от пребиотиков, о правилах применения и безопасности пробиотиков.

Материалы и методы. Период: апрель-май 2026 года.

Выборка: студенты КемГМУ 1-6 курсов, лечебного, медико-профилактического, педиатрического, стоматологического факультетов.

Инструмент: разработанная анкета, включающая в себя 2 открытых и 12 закрытых вопросов с одиночным и множественным выбором.

Результаты и обсуждение. Пробиотики – живые непатогенные микроорганизмы, которые при применении в адекватных количествах приносят пользу здоровью человека [1]. По таксономическим группам они подразделяются на бифидосодержащие (в составе бактерии рода *Bifidobacterium*), лактосодержащие (бактерии рода *Lactobacillus*), колисодержащие (штаммы *Escherichia coli*), споровые (непатогенные представители рода *Bacillus*), и дрожжевые грибы – *Saccharomyces cerevisiae* и *S. boulardii* и другие [2]. Пробиотики применяют для профилактики и лечения острой инфекционной диареи, поддержания ремиссии при воспалительных заболеваниях кишечника профилактики антибиотикоассоциированной диареи, при инфекции, вызванной *Helicobacter pylori*. Механизм действия основывается на конкуренции с патогенной и условно-патогенной микробиотой, усилении защитного кишечного барьера, оказании иммуномодулирующего эффекта [3]. В настоящее время пробиотики широко распространены в медицине. Студенты медицинского университета – будущие врачи, поэтому им необходимо знать, какой пробиотик в каких случаях следует назначать и какие есть противопоказания к их применению, поэтому необходимо выяснить, насколько студенты знакомы с понятием и применением пробиотиков.

Всего было роздано 82 анкеты. В опросе приняли участие студенты 1-6 курсов, 60 девушек и 22 юноши в возрасте от 18 до 23 лет. Среди опрошенных 57 человек – студенты лечебного, 25 студентов медико-профилактического, стоматологического и педиатрического факультетов.

На вопрос «Знаете ли вы что такое пробиотик?» 78% (64 человека) ответили «да», что свидетельствует о том, что большинство студентов знают о существовании пробиотиков.

На вопрос «Чем пробиотики отличаются от пребиотиков?» 73,2% дали верный ответ, однако 26,8% путают определения «пробиотик» и «пребиотик».

На вопрос «Что такое синбиотики?» студентам предлагалось из четырех вариантов ответа выбрать один верный, в результате 56% студентов дали правильный ответ: «комбинация пробиотика и пребиотика». При этом 43,85% ответили неправильно: 9,75% студентов ответили «пробиотик из одного штамма», 12,2% студентов – «пробиотик с витаминами», 21,9% студентов – «смесь из нескольких пробиотиков». Таким образом о том, что такое синбиотики, по сравнению с определениями пробиотиков и пребиотиков, знают меньшее число студентов.

На вопрос «Какие микроорганизмы чаще всего используются в качестве пробиотиков?» все варианты ответов были верными, но наиболее правильным был ответ «все перечисленное». В результате ответ «все перечисленное» дали 25,6% опрошенных. 34,1% студентов выбрали только один ответ, из них 15,9% указали *Bifidobacterium bifidum*, 4,9% – *Saccharomyces boulardii*; 2,4% – некоторые виды *E. coli*, 10,9% – *Lactobacillus rhamnosus*. 25,8% опрошенных выбрали два варианта ответов: 21% – *Lactobacillus rhamnosus* и *Bifidobacterium bifidum*, 2,4% – *Bifidobacterium bifidum* и *Saccharomyces boulardii* и 2,4% – *Bifidobacterium bifidum* и некоторые виды *E. coli*. 6,1% студентов выбрали 3 варианта ответа: 3,7% – *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum* и некоторые виды *E. coli*; 1,2% – *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum* и *Saccharomyces boulardii*, 1,2% – *Lactobacillus rhamnosus*, *Saccharomyces boulardii* и некоторые штаммы *E. coli*. Также были студенты, которые не выбрали ни одного варианта ответа – 2,4%. Так, самыми известными для студентов всех факультетов штаммами оказались *Bifidobacterium bifidum* (46,3%) и *Lactobacillus rhamnosus* (43,9%) (рис. 1).

На вопрос «Влияет ли кислотность желудочного сока на выживаемость пробиотиков?», 76,8% ответили, что многие штаммы чувствительны; 23,2% ответили, что бактерии являются кислотоустойчивыми.

В вопросе «Какие формы выпуска пробиотиков вы знаете?» можно было выбрать несколько вариантов ответа: капсулы, порошки, суспензии, таблетки. В результате все четыре варианта ответа выбрали 14,6%; три варианта ответа выбрали 12,2%. 45,1% выбрали 2 варианта ответа и 21,9% выбрали только один ответ, 2,4% не выбрали ни одного варианта. Наиболее знакомыми формами для студентов оказались капсулы – 79,3%, далее идут таблетки (51,2%), порошки (42,7%), суспензии (38,5%).

На вопрос «Принимали ли вы когда-нибудь пробиотики?» 52,4% ответили «Да» и 47,6% ответили «Нет».

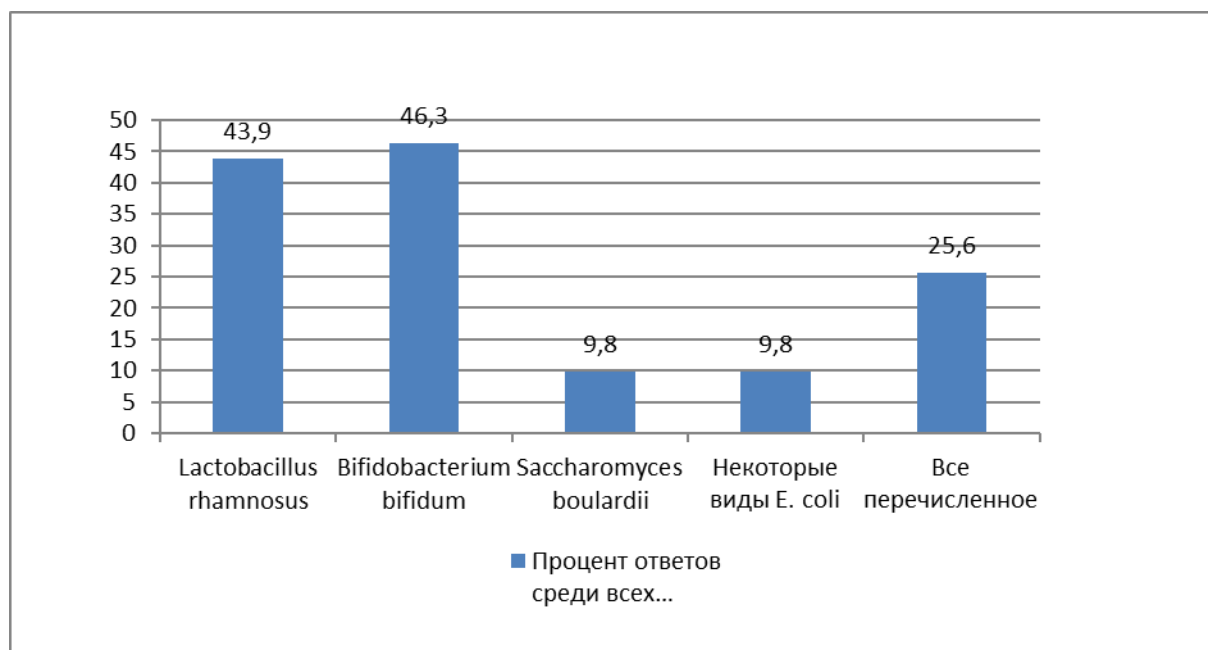


Рисунок 1 – Выбор штаммов бактерий среди студентов всех факультетов, %

На вопрос «Как правильно сочетать прием пробиотиков с антибиотиками?» (рис. 2) 6,1% респондентов ответили «не имеет значения»; 25,6% выбрали вариант «одновременно», 30,5% – «после окончания приема антибиотиков» и 37,8% дали верный ответ: «с интервалом не менее 2-3 часов». Соответственно, 62,2% студентов не знают, через какое время необходимо принимать пробиотики при антибиотикотерапии.

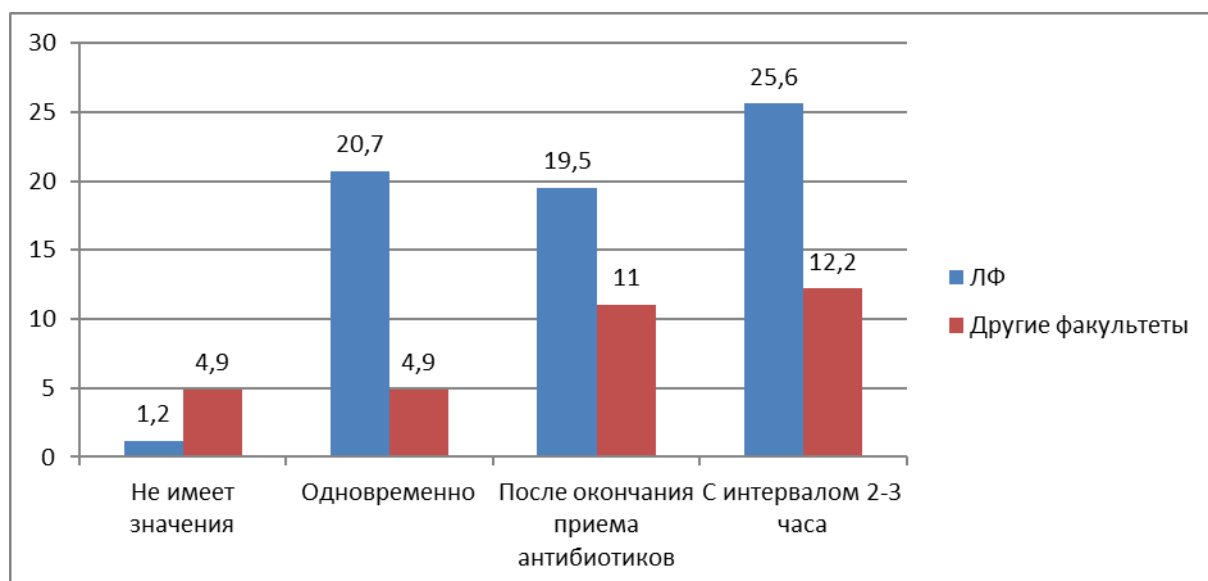


Рисунок 2 – Результаты ответа на вопрос о правилах применения пробиотиков с антибиотиками, %

В вопросе «Какие противопоказания к применению пробиотиков вы знаете?» студенты могли выбирать несколько ответов. В результате 7,3% студентов выбрали все 4 варианта, 13,4% выбрали по 3 ответа, 34,1% – 2 ответа, 45,2% выбрали только 1 вариант ответа. Самым частым 51,2% был ответ «беременность и грудное вскармливание», 47,5% – «острые воспалительные процессы», 37,8% – «непереносимость лактозы», 43,9% – «иммунодефицитные состояния».

При ответе на вопрос «Откуда вы узнали о пробиотиках?» наиболее частым был ответ «интернет» (65,8%), 26,8% выбрали «учебники», 26,8% – «лекции», 36,5% – «назначение врача».

Заключение. В результате проведенного исследования удалось выяснить, что большинство студентов знакомы с общим понятием «пробиотик» (78%), 73,2% понимают разницу между пробиотиками и пребиотиками, также опрошенные хорошо ориентируются в формах выпуска, а более половины (52,4%) имеют личный опыт приема пробиотиков. Кроме того, студенты имеют средний уровень знаний о противопоказаниях к применению пробиотиков. В то же время были выявлены пробелы в знаниях терминологии – только 56% дали верное определение синбиотикам, штаммов микроорганизмов – 25,6% выбрали все варианты ответов, при этом наиболее узнаваемыми были *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus rhamnosus*, в знаниях правил комбинирования пробиотиков с антибиотиками – верный интервал приема указали только 37,8%. Среди источников информации основным ответом был интернет, что может повышать риск получения студентами недостоверной информации о пробиотиках.

Список литературы

1. Ушкалова Е. А., Зырянов С. К. Место препаратов, влияющих на микробиоту кишечника, в современной медицине //Педиатрия. Consilium Medicum. – 2017. – №. 2. – С. 37-42.
2. Молохова Е. И., Тарасевич В. Н., Липин Д. Е. Пробиотики на российском фармацевтическом рынке //Фармация. – 2022. – Т. 71. – №. 7. – С. 11-17.
3. Мазанкова Л. Н. и др. Пробиотики в педиатрии: за и против с позиции доказательной медицины //Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – Т. 61. – №. 1. – С. 16-26.

ГУЛОВА Т.И.
**ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ
ИЗДЕЛИЙ**

*ФГБОУ ВПО Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург
e-mail: gulovat@mail.ru*

GULOVA T.I.
**INCREASING THE BIOLOGICAL VALUE OF CONFECTIONERY
PRODUCTS**

*Ural State University of Economics, Yekaterinburg
e-mail: gulovat@mail.ru*

Аннотация: Обогащение бисквитного полуфабриката цитрусовым порошком позволяет увеличивать степень удовлетворения потребности организма человека в важных веществах таких как, клетчатка, минеральные вещества. Учитывая полученные в ходе эксперимента данные, можно сделать вывод, что целесообразно внесение добавки в бисквитный полуфабрикат в количестве 6,0% к массе муки.

Ключевые слова: пищевая ценность, бисквитный полуфабрикат, цитрусовый порошок.

Abstract: Enriching semi-finished sponge cake with citrus powder improves the body's ability to meet essential nutrients such as fiber and minerals. Based on the experimental data on physicochemical and organoleptic properties, it can be concluded that adding citrus powder to the sponge cake at a rate of 6.0% of the flour weight is advisable.

Keywords: nutritional value, semi-finished biscuit product, citrus powder.

Цель исследования. В последние годы растёт внимание потребителей к растительной пище как основе рациона, что стимулирует расширение выпуска функциональных добавок из фруктового и овощного сырья. Благодаря широкой информированности о физиологической ценности яблочного и цитрусового пектина, а также пищевых волокон, покупатели всё чаще выбирают обогащённую ими продукцию, рассматривая её как эффективный инструмент поддержания сбалансированного питания [1].

Проведена работа по использованию цитрусового порошка в производстве бисквитного полуфабриката.

В процессе исследований решались следующие задачи:

– изучались потребительские свойства цитрусового порошка;

– исследовалась влияние добавки на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели бисквитного полуфабриката;

– устанавливалась оптимальная дозировка цитрусового порошка.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являются:

- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, сахар-песок, меланж, крахмал, цитрусовый порошок;

- тесто;

- готовая продукция: контроль – бисквитный полуфабрикат без добавления цитрусового порошка; образцы бисквитного полуфабриката с добавлением цитрусового порошка в количестве 3%, 6%, 9%, 12% к массе муки.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования осуществлялся поэтапный контроль качества тестовой массы по органолептическим и физико-химическим параметрам (результаты систематизированы в табл. 1).

Таблица1 – Органолептические и физико-химические показатели качества теста

Наименование показателя	Варианты исследований				
	Контроль	Образец №1 (3%)	Образец №2 (6%)	Образец №3 (9%)	Образец №4 (12%)
Органолептические показатели					
Цвет	кремовый	кремовый со слабо заметным оранжевым оттенком, с вкраплением цитрусового порошка	кремовый со светло-оранжевым оттенком, с вкраплением цитрусового порошка	светло-оранжевый, с вкраплением цитрусового порошка	оранжевый (не насыщенный), с вкраплением цитрусового порошка
Запах	свойственный, без посторонних запахов	свойственный, с едва уловимым цитрусовым ароматом	свойственный, с легким цитрусовым ароматом	свойственный, с выраженным ароматом цитрусовым	свойственный, с выраженным цитрусовым ароматом
Консистенция	текучая	текучая	текучая	текучая	Текучая
Физико-химические показатели					
Влажность, %	37,54	37,02	36,30	35,87	35,10
Температура, °С	22	22	22	22	22
Плотность, г/м ³	0,35	0,37	0,38	0,43	0,45

В готовых изделиях определяли также органолептические показатели. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели качества бисквитного полуфабриката

Наименование показателя	Характеристика бисквитного полуфабриката				
	Контроль	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Поверхность	ровная, без вздутий, без загрязнений				
Цвет	равномерный, светло-коричневый				
Состояние мякиша:	пропеченное изделие, без следов непромеса				
вид в изломе	равномерная пористость				
	преобладание пор средней величины	преобладание пор средней величины	преобладание пор средней величины	преобладание пор малой величины	мякиш плотный
Вкус	свойственный данному наименованию изделия без постороннего привкуса	с приглушенным апельсиновым привкусом	с легким апельсиновым привкусом	с ощутимым апельсиновым вкусом	кисловатый, с выраженным апельсиновым вкусом
Запах	свойственный данному виду изделия без постороннего запаха	с едва уловимым апельсиновым ароматом	с ощутимым апельсиновым ароматом	с выраженным апельсиновым ароматом	с выраженным апельсиновым ароматом
Цвет	светло-желтый	светло-желтый, с вкраплениями порошка	жёлто-оранжевый, с вкраплениями порошка	жёлто-оранжевый, с вкраплениями порошка	жёлто-оранжевый, с вкраплениями порошка

В образцах 3 и 4 наблюдаются значительные изменения вкуса, запаха (появляется ярко выраженные апельсиновые привкус и аромат), мякиш уплотняется.

По полученным значениям исследованы все образцы, кроме образцов 3 и 4, соответствуют требованиям нормативной документации, предъявляемым к бисквитному полуфабрикату. С увеличением дозировки цитрусового порошка наблюдается значительное снижение высоты бисквитного полуфабриката, и как следствие из этого, объема изделия. Изменение объема бисквитного полуфабриката от дозировки цитрусового порошка отражено на рисунке 1.

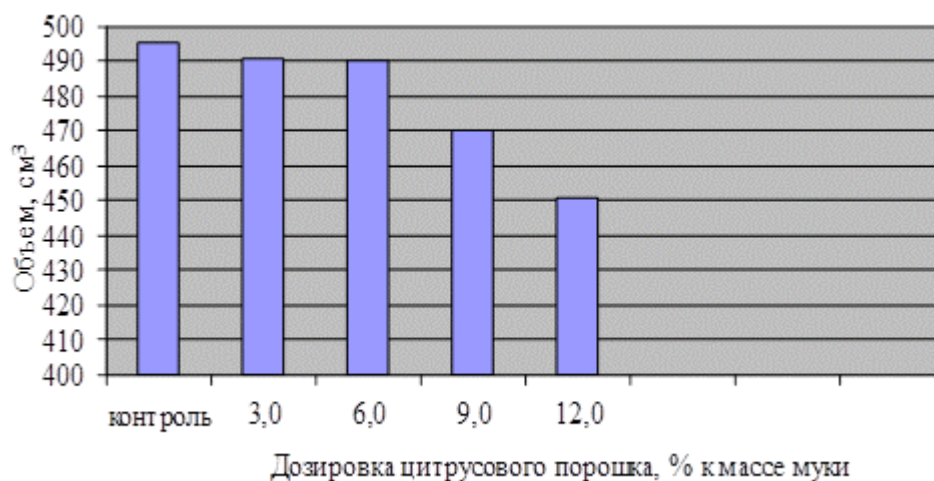


Рисунок 1 – Зависимость объема бисквитного полуфабриката от дозировки добавки

Зависимость влажности бисквитного полуфабриката от дозировки цитрусового порошка представлена на рисунке 2.

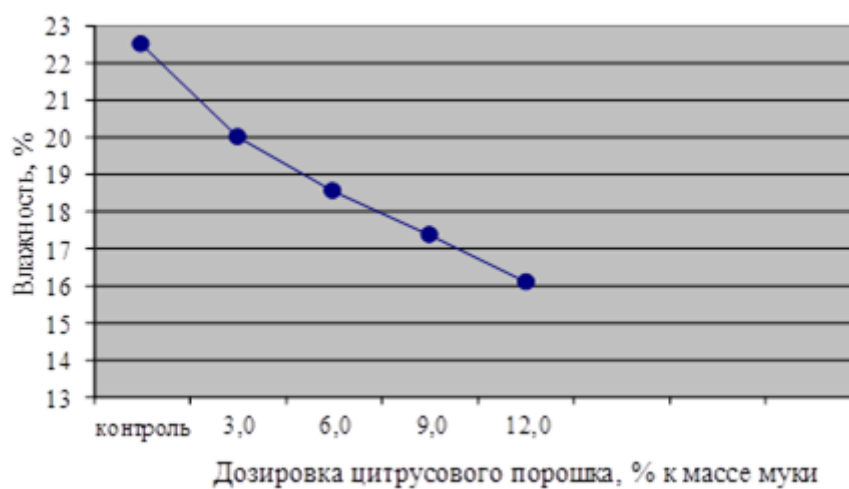


Рисунок 2 – Зависимость влажности бисквитного полуфабриката от дозировки добавки

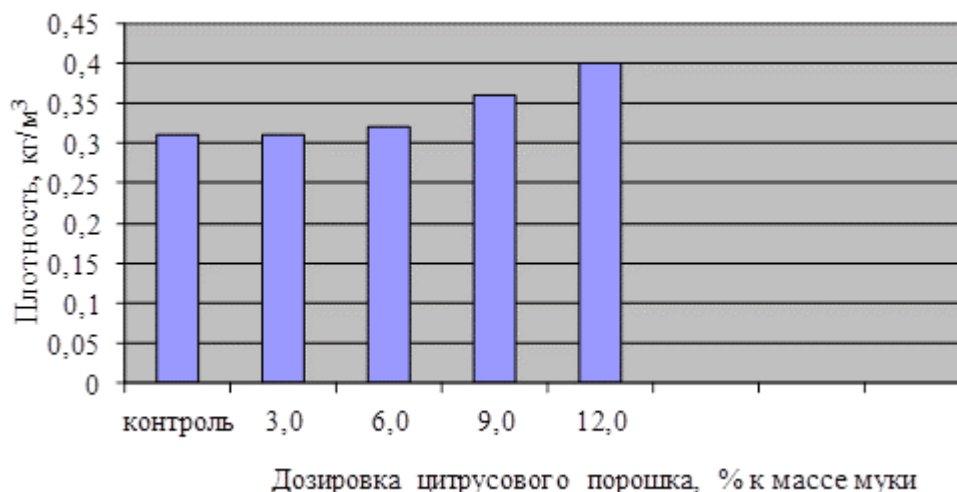


Рисунок 3 – Зависимость плотности мякиша бисквитного полуфабриката от дозировки добавки

Влажность, объем и плотность бисквитного полуфабриката (рис. 1, 2, 3) находятся в обратной зависимости от дозировки добавки. С ее увеличением эти показатели снижаются из-за повышенного влагоудержания [2].

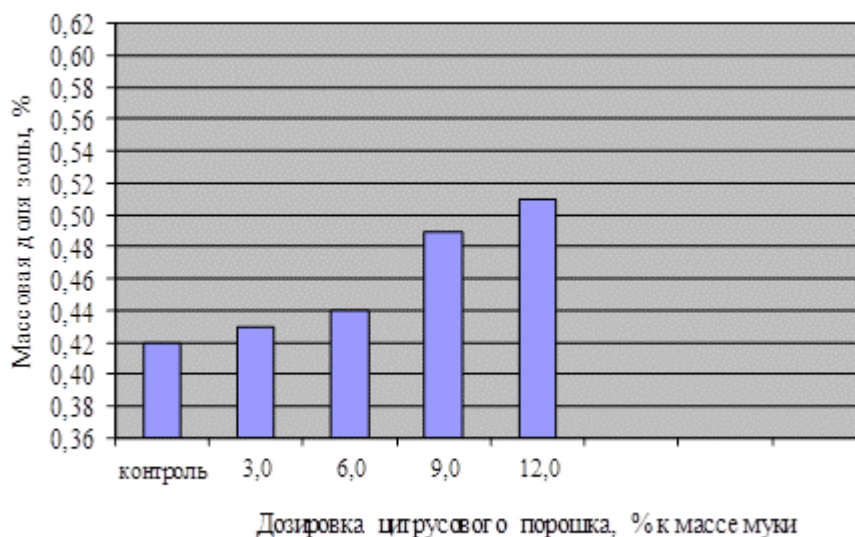


Рисунок 4 – Зависимость массовой доли золы в бисквитном полуфабрикате от дозировки добавки

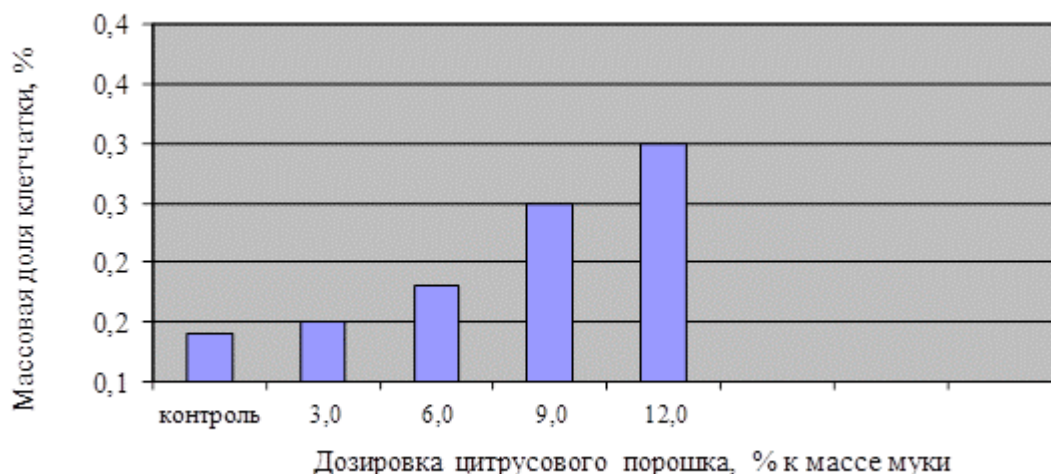


Рисунок 5 – Зависимость массовой доли клетчатки в бисквитном полуфабрикате от дозировки добавки

Увеличение массовой доли золы и клетчатки (рис. 4, 5) происходит благодаря высокому содержанию пищевых волокон и минеральных веществ в добавке.

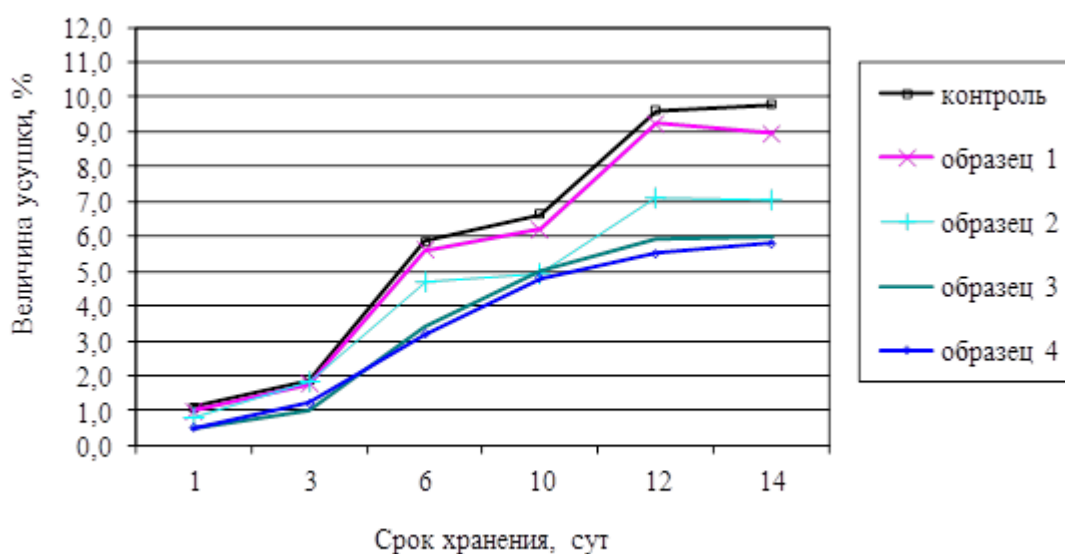


Рисунок 6 – Зависимость величины усушки бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения от дозировки добавки

Анализируя график (рисунок 6), можно прийти к выводу, что при внесении цитрусового порошка в изделия величина усушки снижается. Это связано с высокой влагоудерживающей способностью порошка, то есть, происходит образование дополнительных химических связей, которые приводят к связыванию свободной влаги в тесте. За счет увеличения доли

связанной влаги в бисквитном полуфабрикате с цитрусовым порошком замедляется процесс черствения [3].

Выводы. Сравнительный анализ опытных образцов показал, что дозировка цитрусового порошка, равная 6,0 % к массе муки, обеспечивает оптимальное сочетание физико-химических параметров и максимальной органолептической привлекательности бисквитного полуфабриката, что подтверждает целесообразность данного рецептурного решения.

Введение цитрусового порошка в рецептуру бисквитного полуфабриката повышает его нутритивную ценность, способствуя более полному восполнению суточной потребности организма в пищевых волокнах и минеральных элементах.

Бисквитный полуфабрикат с повышенной пищевой ценностью, оригинальными органолептическими показателями с цитрусовой ноткой можно предложить к внедрению в производство.

Список литературы

1. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; Под ред. А.П. Нечаева.– СПб.: Гиорд, 2015. – с. 672.
2. Гулова Т.И. Использование сырьевой базы Уральского региона в производстве мучных кондитерских изделий// Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: сборник трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, УрГЭУ. 2024. С. 64-67.
3. Гусева Т.И., Гулова Т.И. Сохранение свежести, продление сроков годности мучных кондитерских изделий // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области (19 марта). - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. - С. 143-145.

ДАГБЫ Н.Э., СТЕПАНИАН А.А.

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И НУТРИЦИОЛОГИЯ

Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово

e-mail: naidan2004@mail.ru

Научный руководитель – ассистент Челышков А.Н.

DAGBY N.E., STEPANIAN A.A.

FOOD BIOTECHNOLOGY AND NUTRITIONAL SCIENCE

Kemerovo State Medical University, Kemerovo

e-mail: naidan2004@mail.ru

Scientific supervisor – assistant Chelyshkov A.N.

Аннотация: Проблема нерационального питания студентов медицинских вузов является важным вопросом для современной нутрициологии. Высокая учебная нагрузка, дефицит времени и финансовые ограничения способствуют формированию неправильных пищевых привычек, развитию дефицитов и ухудшению общего самочувствия обучающихся.

Ключевые слова: питание студентов, нутрициология, пищевые биотехнологии, пищевое поведение.

Abstract: The problem of poor nutrition among medical students is an important issue in modern nutrition science. High academic loads, time constraints, and financial limitations contribute to the development of unhealthy eating habits, nutritional deficiencies, and poor overall health among students.

Keywords: student nutrition, nutrition science, food biotechnology, food behavior.

Питание — это важнейший фактор, определяющий уровень физического и психоэмоционального здоровья, когнитивных способностей и академическую успеваемость [1]. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** В условиях высокого уровня стресса и при нехватке свободного времени студенты часто пренебрегают питанием, что способствует формированию алиментарно-зависимых нарушений и дефицитных состояний. [2]

По современным исследованиям, нарушение режима питания, избыточное потребление продуктов быстрого приготовления, недостаточное употребление овощей, фруктов и белковых продуктов негативно влияют на состояние желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, когнитивных функций и эмоционального состояния [3].

Одним из направлений профилактики нарушений являются пищевые биотехнологии, что позволяет создавать обогащённые пробиотиками, витаминами, минеральными веществами, аминокислотами продукты.

Цель исследования: оценить особенности питания студентов среди студентов КемГМУ.

Материалы и методы исследования: было проведено анонимное анкетирование 88 студентов медицинского вуза. Анкета включала вопросы, посвящённые режиму питания, частоте употребления отдельных продуктов, влиянию финансовых факторов на рацион, наличию симптомов нутритивных дефицитов и отношению к биотехнологическим продуктам питания.

Результаты и их обсуждение: исследование показало, что значительная часть студентов имеет нарушения режима питания и недостаточно сбалансированный рацион:

Наиболее распространённым вариантом перекуса среди студентов являются булочные изделия и выпечка – данный вариант выбрали 61,5% респондентов, 7,7% студентов предпочитают полезные перекусы в виде фруктов, орехов или йогуртов.

Горячую домашнюю пищу ежедневно употребляют лишь 38,5% опрошенных, тогда как 30,8% студентов получают полноценное горячее питание всего 1-2 раза в неделю.

Финансовый фактор также оказывает влияние на качество питания студентов. Половина респондентов указала, что основной причиной неправильного питания служит недостаток денежных средств на качественные продукты, 23,1% студентов сообщили, что вынуждены приобретать наиболее дешёвые продукты, преимущественно содержащие быстрые углеводы.

84,6% студентов отметили, что не употребляют продукты быстрого приготовления регулярно. Однако во время экзаменационных сессий пищевое поведение значительно ухудшается: 23,1% студентов начинают употреблять любую доступную пищу, а 15,4% ограничиваются сладостями и энергетическими напитками.

Особое внимание заслуживают жалобы студентов на ухудшение самочувствия. Частую усталость и сонливость отметили 46,2%, еще 69,2% студентов сообщили о наличии проблем с кожей и волосами, так же 61,5% указали на ломкость ногтей и выпадение волос.

Исследование показало, что студенты проявляют интерес к функциональным продуктам питания, созданным с использованием пищевых биотехнологий. Наиболее востребованным продуктом оказался обогащённый пробиотиками йогурт – его выбрали 61,5% респондентов.

Выводы. Проведённое исследование показало, что большинство студентов имеют несбалансированное питание. Связанное с дефицитом времени, финансовыми ограничениями и нарушением режима питания. Среди обучающихся широко распространены симптомы, характерные для микронутриентной недостаточности и хронической усталости.

Пищевые биотехнологии могут рассматриваться как перспективное направление профилактики алиментарно-зависимых нарушений у студентов не только медицинского профиля. Возможность использования пробиотических и функционально-обогащенных продуктов может способствовать повышению качества питания, состояния здоровья и адаптационных возможностей.

Полученные данные подтверждают актуальность внедрения принципов нутрициологии и пищевых биотехнологий в систему профилактической медицины и организации питания студентов медицинских вузов.

Список литературы

1. Фактическое питание студентов медицинского университета / Е. Ю. Титоренко, Д. Е. Егошин, А. Е. Токарь [и др.] // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2025. – № 1. – С. 16-21. – DOI 10.17513/srms.1429.
2. Виноградова, Е. А. Влияние продуктов быстрого питания на успеваемость студентов медицинского вуза / Е. А. Виноградова, Э. Н. Чернова, Д. А. Толмачев // Дневник науки. – 2025. – № 10(106).
3. Харисова, Л. Х. Организация питания студентов-медиков: анализ структуры, проблем и взаимосвязи с состоянием здоровья желудочно-кишечного тракта / Л. Х. Харисова, С. М. Шакиров, Д. А. Толмачев // Дневник науки. – 2025. – № 10(106).
4. Гигиеническая оценка влияния системы питания студентов медицинского вуза на показатели состояния здоровья / П. М. Карташова, В. Е. Елескина, Е. Ю. Титоренко, О. П. Власова // Дневник науки. – 2025. – № 9(105).

ДОБРОВОЛЬСКАЯ Я. П.
**ПИЩЕВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ
ГЛИКЕМИЧЕСКОГО И ИНСУЛИНОВОГО ОТВЕТОВ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мариупольский государственный университет
имени А.И. Куинджи»
e-mail: yana.dobrovolskaya1602@yandex.ru*

DOBROVOLSKAYA YA. P.
**FOOD INTERACTIONS AS A FACTOR IN REGULATION OF
GLUCOSE AND INSULIN RESPONSES**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Mariupol
State University named after A.I. Kuindzhi»
e-mail: yana.dobrovolskaya1602@yandex.ru*

Аннотация. Регуляция постпрандиального гликемического профиля остаётся одной из центральных задач нутрициологии и клинической диетологии. В последние годы всё больше данных указывает на то, что изолированная оценка гликемического индекса продукта недостаточна для прогнозирования метаболического ответа организма. В статье рассматриваются механизмы синергетического и антагонистического взаимодействия пищевых компонентов.

Ключевые слова: гликемический индекс, инсулиновый ответ, пищевые взаимодействия, макронутриенты, постпрандиальная гликемия, пищевые волокна, метаболический контроль.

Abstract: Regulation of postprandial glycemic profile remains one of the central tasks of nutritional science and clinical dietetics. In recent years, increasing evidence suggests that isolated assessment of a product's glycemic index is insufficient for predicting the body's metabolic response. This article examines the mechanisms of synergistic and antagonistic interactions of food components.

Keywords: glycemic index, insulin response, food interactions, macronutrients, postprandial glycemia, dietary fiber, metabolic control.

Цель исследования. Целью исследования является анализ влияния пищевых взаимодействий на динамику постпрандиальной гликемии и секрецию инсулина.

Материалы и методы исследования. В ходе работы применялся метод систематического обзора клинических испытаний и метаанализа данных, оценивающих сочетанное воздействие белков, жиров и пищевых волокон на углеводный обмен.

Результаты исследования и их обсуждение. В начале 1980-х была сформулирована фундаментальная идея гликемического индекса, которая

опиралась на анализ того, насколько быстро увеличивается концентрация сахара в крови после употребления отдельного продукта, содержащего углеводы. Тем не менее, привычный рацион питания человека редко включает в себя только один тип продуктов.

Опыт демонстрирует, что сочетание основных питательных веществ (макронутриентов) в одном приёме пищи существенно изменяет реакцию организма на метаболизм. Когда в еде присутствуют белки и жиры, это замедляет процесс эвакуации пищи из желудка, что, в свою очередь, замедляет попадание глюкозы в кровеносную систему [1]. Кроме того, белковые составляющие способствуют выработке инкретинов – гормонов, выделяемых желудочно-кишечным трактом, которые усиливают реакцию на инсулин даже при сравнительно низких уровнях глюкозы.

Исследования, проведенные Институтом питания РАМН, показали, что добавление 20 г сывороточного белка к порции белого хлеба может снизить пиковый уровень сахара в крови после еды на 21–28% по сравнению с потреблением хлеба без добавок. Этот эффект обусловлен двумя факторами. Во-первых, белок замедляет прохождение пищи через желудочно-кишечный тракт. Во-вторых, аминокислоты стимулируют бета-клетки поджелудочной железы, способствуя увеличению выработки инсулина в ответ на поступление глюкозы.

Жиры обеспечивают схожий, но другой по механизму, эффект. Липиды замедляют опорожнение желудка через стимуляцию выработки холецистокинина, что распределяет процесс усвоения углеводов в течение более длительного времени.

Пищевые волокна заслуживают отдельного упоминания. Растворимые виды клетчатки, включая пектины, бета-глюканы и инулин, при попадании в кишечник формируют вязкий гель. Эта гелевая структура действует как физический барьер, препятствуя доступу пищеварительных ферментов к пище. Вследствие этого замедляется расщепление крахмала и последующее всасывание простых сахаров.

В отличие от других форм клетчатки, нерастворимые пищевые волокна действуют посредством ускорения прохождения пищи через кишечник, при этом минимально влияя на густоту пищевого комка. Тем не менее, даже такие волокна могут способствовать снижению уровня сахара в крови после еды, ограничивая доступ фермента амилазы к крахмалу. Этот эффект особенно выражен в случае цельнозерновых продуктов, где крахмальные зерна защищены клеточной стенкой, состоящей из целлюлозы и лигнина.

Другим значимым фактором в регуляции уровня глюкозы являются органические кислоты. Например, уксусная кислота, присутствующая в уксусе или формирующаяся в толстом кишечнике в процессе ферментации клетчатки, подавляет активность ферментов α -амилазы и α -глюкозидазы. Это приводит к замедлению расщепления и последующего всасывания

углеводов [4]. Исследования, проведенные как в России, так и за рубежом, показывают, что употребление столовой ложки яблочного уксуса вместе с едой, богатой углеводами, способно уменьшить реакцию уровня сахара в крови после приема пищи на 20–34%.

Полифенолы, такие как катехины в зеленом чае, антоцианы в ягодах и флавоноиды в цитрусовых, также оказывают положительное влияние на обмен углеводов. Они ингибируют активность кишечных ферментов, расщепляющих дисахариды, улучшают работу бета-клеток поджелудочной железы и повышают чувствительность тканей организма к инсулину.

Сбалансированное сочетание белков, жиров и углеводов в течение одного приёма пищи является не просто мнением диетологов, а научно подтверждённым методом регулирования обмена веществ. Недавние научные изыскания свидетельствуют о том, что последовательность потребления макронутриентов также играет существенную роль.

Научные работники из Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова установили, что употребление салата из овощей, приправленного растительным маслом, за 10-15 минут до основного блюда, содержащего углеводы, способствует уменьшению пиковых показателей глюкозы в крови на 18-23%. Этот эффект наблюдается в отличие от ситуации, когда все составляющие трапезы принимаются в один и тот же момент.

Белки оказывают иное воздействие. При употреблении перед углеводами или параллельно с ними, они активизируют начальный этап секреции инсулина. Это, в свою очередь, препятствует стремительному повышению уровня сахара в крови.

Практика диетологического консультирования в российских клиниках показывает: пациенты с нарушенной толерантностью к глюкозе, которые начинают приём пищи с белково-овощной части трапезы, демонстрируют лучший гликемический контроль, чем те, кто съедает углеводную порцию первой. Это подтверждено данными непрерывного мониторингирования гликемии: площадь под гликемической кривой сокращается на 11–16% при изменении порядка употребления блюд [5].

Жиры требуют осторожности. Их избыток в рационе, особенно насыщенных, в долгосрочной перспективе ухудшает инсулиновую чувствительность. Но в контексте одного приёма пищи жиры - мощный инструмент снижения гликемического отклика. Избыток же насыщенных жиров (сливочное масло, жирное мясо) может привести к отсроченной инсулинорезистентности, которая проявится через 4–6 часов после еды.

Пищевые волокна остаются универсальным модификатором гликемического ответа. Российские рекомендации по питанию предписывают не менее 25–30 г клетчатки в сутки, но реальное потребление у большинства населения не превышает 12–15 г. Увеличение

доли цельнозерновых продуктов, овощей, бобовых в рационе - простой и эффективный способ снизить постпрандиальные колебания гликемии.

Ферментированные продукты - кефир, квашеная капуста, йогурт - содержат не только органические кислоты, но и пробиотические микроорганизмы, которые модулируют микробиоту кишечника. Здоровая микробиота продуцирует короткоцепочечные жирные кислоты (ацетат, пропионат, бутират), которые улучшают инсулиновую чувствительность и снижают системное воспаление. Это долгосрочный эффект, но он начинается с каждого приёма пищи.

Понимание механизмов пищевых взаимодействий открывает новые возможности для диетотерапии сахарного диабета 2 типа, метаболического синдрома, ожирения. Гликемический контроль — это не только медикаментозная коррекция, но и грамотное конструирование рациона.

Впрочем, не всё так однозначно. Индивидуальная вариабельность гликемического ответа огромна. Один и тот же продукт вызывает у разных людей подъём гликемии, различающийся в 2–3 раза. Это связано с генетическими факторами, составом микробиоты, физической активностью, стрессом, качеством сна. Персонализированный подход — вот что требуется современной диетологии.

Практические рекомендации вырисовываются следующие: - Начинать приём пищи с овощей или белкового компонента; - Добавлять к углеводным блюдам источники белка и полезных жиров; - Предпочитать цельнозерновые продукты рафинированным; - Включать в рацион ферментированные продукты и пищевые волокна; - Использовать уксус или лимонный сок в качестве заправки к салатам; - Избегать изолированного употребления быстрых углеводов.

Эти принципы не требуют радикальных изменений образа жизни, но способны существенно улучшить метаболические параметры. Российские диетологи всё чаще включают их в индивидуальные планы питания, и отзывы пациентов подтверждают эффективность подхода.

Выводы. Практическая ценность концепции пищевых взаимодействий заключается в её доступности и физиологичности. Рекомендации по порядку употребления блюд, обогащению рациона пищевыми волокнами, использованию органических кислот не требуют сложных технологий или значительных финансовых затрат, но способны оказать заметное влияние на метаболические параметры.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение индивидуальной вариабельности гликемического ответа, выявление генетических и микробиомных факторов, определяющих эффективность тех или иных пищевых комбинаций, разработку алгоритмов персонализированного питания на основе данных непрерывного мониторинга глюкозы. Интеграция современных технологий цифровой медицины и фундаментальных знаний о пищевых взаимодействиях может

стать основой для нового этапа развития превентивной и персонализированной диетологии.

Список литературы

1. Батурин А.К., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э. Современные подходы к оценке гликемического индекса пищевых продуктов и гликемической нагрузки рациона // Вопросы питания. 2024. Т. 93. № 2. С. 28–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60128456> (дата обращения: 15.04.2026).
2. Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х. Роль пищевых взаимодействий в регуляции постпрандиальной гликемии у больных сахарным диабетом 2 типа // Терапевтический архив. 2025. Т. 97. № 1. С. 45–52. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=62345789> (дата обращения: 15.04.2026).
3. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. Витамины и минеральные вещества в питании и поддержании здоровья детей и взрослых: монография. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. 423 с.
4. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Кешабянц Э.Э. Таблицы состава пищевых продуктов и блюд российской кухни. М.: Издательство «Династия», 2024. 584 с.
5. Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Основы персонализированного питания: научные и практические аспекты. М.: ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», 2023. 368 с.

¹ИВАНОВ А.А., ²ШАМОВА М.М., ³БУРКОВА В.Н.
**СИСТЕМНОЕ ДЕЙСТВИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ
ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ И СЕМЯН
ЛОПУХА**

¹Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

²Томский государственный университет, г. Томск

³ООО «Биолит», г. Томск

e-mail: infobiolit@yandex.ru

¹IVANOV A.A., ²SHAMOVA M.M., ³BURKOVA V.N.
**SYSTEMIC ACTION OF SPECIALIZED PRODUCTS USING ROOT
EXTRACT AND SEEDS OF BURDOCK**

¹Siberian State Medical University, Tomsk

²Tomsk State University, Tomsk

³«Biolit» LLC, Tomsk

e-mail: infobiolit@yandex.ru

Аннотация: Рассмотрены механизмы системного действия специализированных нутрицевтиков на основе экстракта корней и семян лопуха большого (*Arctium lappa* L.). Обоснована перспективность использования биооптимизированных форм растительного сырья в нутрициологии для многофакторной коррекции гомеостаза.

Ключевые слова: лопух, *Arctium lappa*, экстракт корней, семена, системное действие, нутрицевтики, микробиом, детоксикация.

Abstract: The study examines the mechanisms of systemic action of specialized nutraceuticals based on burdock root extract and seeds (*Arctium lappa* L.). The prospects of using bio-optimized plant raw materials in nutrition for multifactorial homeostasis correction are substantiated.

Keywords: burdock, *Arctium lappa*, burdock root extracts, seeds, systemic action, nutraceuticals, microbiome, detoxification.

Цель исследования. Оценить многокомпонентные механизмы системного действия специализированных продуктов питания функционального назначения, содержащих водный экстракт корня и семена лопуха большого (*Arctium lappa* L.), и обосновать их применение в нутрициологической практике для коррекции метаболических, иммунных и детоксикационных нарушений.

Материалы и методы исследования. В основу работы положен анализ данных научных публикаций, клинических и доклинических исследований продукции на основе лопуха большого, разработанной ООО «Биолит» (г. Томск). Изучены химический состав сырья, современные биотехнологические подходы к его переработке, а также результаты клинических испытаний у пациентов с синдромом эндогенной

интоксикации, дисгормональными заболеваниями и нарушениями микробиоценоза желудочно-кишечного тракта. Используются различные методы медицинского мониторинга: цитофотометрия, иммуноферментный анализ, оценка вариабельности сердечного ритма и биохимического мониторинга и др.

Результаты исследования и их обсуждение. Корень лопуха большого является уникальным источником полисахаридов и, в частности, природного инулина (до 45%), аспарагина и полифенольных комплексов [1]. Семена растения характеризуются высоким содержанием лигнанных гликозидов (арктиин, арктигенин), линолевой кислоты (до 67%), сесквитерпеновых лактонов и фенольных соединений. Современные технологии водной экстракции при температуре до 50 °С с последующим вакуумным концентрированием позволяют сохранить термолабильные компоненты, обеспечивая биодоступность биологически активных веществ (БАВ) и соответствие стандартам пищевой биотехнологии.

Системное действие специализированных продуктов на основе лопуха реализуется через несколько взаимосвязанных патофизиологических путей. Во-первых, инулин и растительная клетчатка выступают как высокоэффективные пребиотики, стимулируя рост бифидобактерий и лактобацилл. Это приводит к увеличению продукции короткоцепочечных жирных кислот, восстановлению кишечного барьера и снижению транслокации эндотоксинов, что подтверждается достоверным снижением уровня молекул средней массы и циркулирующих иммунных комплексов (системного воспаления) у пациентов с дисбактериозом и метаболическими нарушениями [2].

Во-вторых, лигнаны (арктиин и его метаболит арктигенин) модулируют нейро-иммуно-эндокринную ось. Клинические исследования демонстрируют нормализацию уровня адренокортикотропного гормона, кортизола, пролактина и глобулина, связывающего половые гормоны, при терапии мастопатии, эндометриоза и доброкачественной гиперплазии предстательной железы. Арктигенин ингибирует ядерный фактор NF-κB и циклооксигеназу-2, снижая выработку провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α, IL-1β), что обеспечивает противовоспалительное и антипролиферативное действие на системном уровне [3].

В-третьих, аспарагин и полифенольные комплексы усиливают эндогенную антиоксидантную защиту. Цитофотометрический анализ эритроцитов выявил значимое повышение уровня сульфгидрильных групп и липопротеинового комплекса мембран после 12-недельного курсового приема экстракта корня лопуха, что свидетельствует о восстановлении системы глутатиона, подавлении перекисного окисления липидов и увеличении периода циркуляции эритроцитов [4]. В онкогематологической практике применение экстракта корня лопуха в межкурсовые периоды полихимиотерапии достоверно снижает проявления синдрома эндогенной

интоксикации, уменьшая уровни С-реактивного белка, фибриногена, креатинина и мочевой кислоты, а также ускоряя восстановление лейкоцитарного ростка [5].

Комбинированные нутрицевтические комплексы, объединяющие экстракт корня, семена лопуха и вспомогательные растительные компоненты, демонстрируют синергизм действия, направленный на оптимизацию метаболического гомеостаза, коррекцию вегетативного баланса и повышение адаптационных резервов организма. Биотехнологическая стандартизация сырья гарантирует стабильность терапевтического профиля и безопасность при длительном нутрициологическом применении.

Выводы. Специализированные продукты на основе экстракта корней и семян лопуха большого обладают выраженным системным действием, реализуемым через модуляцию микробиоценоза кишечника, коррекцию нейро-иммуно-эндокринных взаимодействий и усиление эндогенной антиоксидантной и детоксикационной защиты. Клинически подтвержденная эффективность позволяет рекомендовать их в качестве компонентов персонализированной нутрициологической поддержки при метаболическом синдроме, дисгормональных состояниях и повышенной токсической нагрузке.

Список литературы

1. Буркова В. Н., Иванов А. А., Сергун В. П. Лопух – большой целитель. Тысячелетние традиции и современные продукты: монография. 2-е изд., доп. Томск: ООО «Томский полиграфический комплекс», 2022. 224 с.
2. Markowiak P., Śliżewska K. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health // *Nutrients*. 2017. Vol. 9, no. 9. P. 1021.
3. Gao O., Yang M., Zuo Z. Overview of the anti-inflammatory effects, pharmacokinetic properties and clinical efficacies of arctigenin and arctiin from *Arctium lappa* L. // *Acta Pharmacologica Sinica*. 2018. Vol. 39, no. 5. P. 781–795.
4. Сергун В. П., Агеенко Д. Д., Позняковский В. М. Специализированные продукты в обеспечении функциональной активности глутатиона эритроцитов как показателя состояния антиоксидантной защиты // Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Кемерово, 30 мая 2025 г.). Кемерово: КемГМУ, 2025. С. 222–227.
5. Sergun V. P., Ageenko D., Poznyakovsky V. M., Pospelova T. I., Tokhiriyon B. Burdock Root Extract In Combined Therapy Of Lymphoproliferative Diseases: Clinical Trial // *Journal of Electrical Systems*. 2024. Vol. 20, no. 10s. P. 6860–6866.

КАПРАНОВ С. В.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НУТРИЦЕВТИКОВ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ
ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Филиал Федерального бюджетного учреждения здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике
в г. Алчевске», г. Алчевск
e-mail: kapranov_sv0209@mail.ru*

KAPRANOV S. V.
**USE OF NUTRITIVE SUPPLEMENTS FOR THE HEALTH
OF CHILDREN IN THE RUSSIAN FEDERATION**
*Branch of the Federal Budgetary Health Institution "Center for Hygiene and
Epidemiology in the Lugansk People's Republic in Alchevsk", Alchevsk
e-mail: kapranov_sv0209@mail.ru*

Аннотация. Использование нутрицевтиков (хлопьев из зародышей пшеницы) для оздоровления детей, посещающих детские образовательные учреждения и школы в экологически неблагоприятных регионах, является эффективным средством снижения общей заболеваемости и особенно заболеваний органов дыхания. Разработаны основные принципы оздоровления детского населения.

Ключевые слова: дети, организованные коллективы, нутрицевтики, оздоровление.

Abstract. The use of nutraceuticals (wheat germ flakes) for the health improvement of children attending children's educational institutions and schools in ecologically unfavorable regions is an effective means of reducing overall morbidity and especially respiratory diseases. The basic principles of children's health improvement have been developed.

Keywords: children, organized groups, nutraceuticals, and health improvement.

Введение. Обеспечение высоких показателей здоровья населения, особенно детей и подростков, является важной государственной и общественной задачей. Здоровье жителей формируется под влиянием комплекса факторов среды жизнедеятельности. Значительное влияние на организм человека оказывает образ жизни. В экологически неблагоприятных регионах дополнительным существенным фактором, оказывающим вредное влияние на состояние здоровья, является загрязнение окружающей среды вредными химическими веществами. Под влиянием негативных факторов у населения различных возрастных групп происходит нарушение функционирования органов и систем организма, снижение иммунологической реактивности и увеличение заболеваемости.

В последние годы в Российской Федерации отмечается ухудшение состояния здоровья детского населения, что проявляется в росте общей заболеваемости детей в возрасте до 14 лет, увеличении численности диспансерной группы детей с хроническими рецидивирующими заболеваниями, а также ухудшении других показателей здоровья [1].

Рост заболеваемости детского населения и неудовлетворительные показатели здоровья определенной группы взрослых жителей являются основанием для разработки и внедрения научно обоснованных эффективных профилактических мероприятий. Указанные меры должны предусматривать комплексный подход и основываться на использовании прогрессивного отечественного опыта и передовых зарубежных достижений в сфере защиты среды жизнедеятельности и здоровья населения. Особенно это относится к вопросу защиты здоровья детей и подростков, посещающих детские организованные коллективы: дошкольные образовательные учреждения (ДОУ) и средние общеобразовательные школы (СОШ).

К сожалению, в последние годы во время подъема заболеваемости острыми респираторными вирусными инфекциями (ОРВИ) в зимне-весенний и осенне-зимний периоды в профилактических целях все чаще практикуется прекращение в СОШ учебных занятий у детей и подростков при игнорировании других эффективных мер предупреждения болезней. Это нарушает традиционный учебный процесс и приводит к ухудшению успеваемости обучающихся.

Цель – на основании анализа проведенных исследований выполнить научное обоснование целесообразности использования нутрицевтиков для оздоровления детей Российской Федерации, посещающих организованные коллективы.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в промышленном городе Алчевск с крупными производствами черной металлургии и коксохимии. Выполнен анализ эффективности оздоровления за многолетний период детей с использованием нутрицевтиков, повышающих неспецифический иммунитет.

Результаты исследования и их обсуждение. Выполнена оценка понятия «нутрицевтики» с точки зрения возможности их использования для оздоровления населения. Нутрицевтики – это пищевые продукты, обладающие лечебными свойствами для профилактики и предупреждения болезней, предотвращения рецидивов обострения хронических заболеваний, улучшения здоровья и общего самочувствия, повышения качества жизни, поддержания функций и структуры здорового организма.

К перечню нутрицевтиков традиционно относятся хлопья из зародышей пшеницы (ХЗП) со сбалансированным содержанием питательных (белки, жиры, углеводы) и биологически активных веществ. В составе ХЗП: аминокислоты (включая незаменимые), моно-и

полисахариды, легкоусвояемые ненасыщенные жирные кислоты, липиды, макро- микроэлементы (калий, натрий, кальций, железо, медь, цинк, магний, марганец, кремний, фосфор, хром, селен), ферменты. ХЗП отличаются высоким содержанием витаминов: тиамина (B_1), рибофлавина (B_2), никотиновой кислоты, токоферола (Е). Также в составе ХЗП находятся витамины А, B_6 , С, К и Р.

В промышленном городе с высоким уровнем техногенной нагрузки периодически проводилось оздоровление с использованием ХЗП детей, посещающих организованные коллективы. Достигнут положительный эффект. Так, в результате использования при оздоровлении дошкольников ХЗП иммуностимулирующих и композиционных было достигнуто снижение заболеваемости детей в возрасте 2-5 лет болезнями органов дыхания в 1,9 раза, увеличение в 2 раза удельного веса детей, не болевших в течение года болезнями органов дыхания ($p < 0,01$) и сокращение в 2,6 раза среднего количества дней, пропущенных детьми в ДОО по причине болезней органов дыхания ($p < 0,05$). В то же время, в контрольной группе детей ДОО того же возраста, не оздоровленных ХЗП, за аналогичные периоды установлено не снижение, а наоборот, хотя и незначительное, но увеличение заболеваемости детей [2].

Результатом оздоровления ХЗП школьников в возрасте 9-11 лет явилось снижение общей заболеваемости в – 2,5 раза, заболеваемости органов дыхания – в 2,6 раза, увеличение процента детей, не болевших в течение года всеми болезнями – в 2,3 раза, в том числе болезнями органов дыхания – также в 2,3 раза, снижение среднего количества дней, пропущенных детьми в СОШ по причине всех заболеваний, – в 2,4 раза и болезней органов дыхания – в 2,5 раза ($p < 0,001$). Следовательно, был достигнут высокий оздоровительный эффект [3].

По результатам анализа опыта проведения оздоровительных мероприятий в детских учреждениях нами разработаны следующие основные принципы оздоровления детей и подростков:

1. Использование лечебно-профилактических препаратов и других средств, официально разрешенных к применению МОЗ.
2. Максимальное использование для оздоровления немедикаментозных препаратов (нутрицевтиков и других), изготовленных из натуральных (природных) материалов и безвредных для абсолютного большинства детей и подростков.
3. Применение средств оздоровления в профилактических дозах, исключающих риск для детского и подросткового организма.
4. Обеспечение первоочередного оздоровления контингентов детей и подростков, проживающих в наиболее экологически неблагополучных зонах и по данному критерию относящихся к группам риска.
5. Осуществление оздоровительных мероприятий по результатам объективного обследования педиатрами каждого ребенка, исследования

иммунологической реактивности его организма неинвазивными методами и оценки заболеваемости за предшествующий период продолжительностью не менее 12 месяцев.

6. Выполнение индивидуального для каждого ребенка комплекса оздоровительных мероприятий под контролем иммунологической реактивности организма и других показателей здоровья с учетом возраста и индивидуальных особенностей здоровья при условии соблюдения общей методологии оздоровления. Осуществление при необходимости корректировки врачебных назначений в процессе оздоровления с использованием указанных критериев.

7. Оздоровление детей и подростков медицинскими работниками детских учреждений, а также закрепленных за ними детских поликлиник и больниц, с согласия родителей и при их поддержке (участии) после проведения с родителями соответствующей разъяснительной работы.

8. Основываясь на приоритете здоровья детей и подростков по сравнению с учебным процессом, обеспечение создания администрацией детских учреждений, воспитателями и педагогами оптимальных условий для проведения оздоровительных мероприятий.

9. Оценка гигиенической и экономической эффективности оздоровления детского населения, использование полученных данных для разработки и внедрения последующих оздоровительных мероприятий.

10. Применение концепции, рассматривающей процесс оздоровления, как важный вариант компенсации ущерба, нанесенного здоровью детей и подростков, в связи с загрязнением окружающей среды.

Выводы. Использование нутрицевтиков для оздоровления детей, посещающих детские образовательные учреждения и школы в экологически неблагоприятных регионах, является эффективным средством снижения общей заболеваемости и особенно заболеваний органов дыхания у детей.

Список литературы

1. Ганузин В. М. Анализ динамики состояния здоровья детей и подростков по результатам диспансерных осмотров / В. М. Ганузин, Г. С. Маскова, И. С. Сторожева и др. // Российский вестник гигиены. – 2021. – № 3. – С. 9-12.

2. Оценка эффективности оздоровления хлопьями из зародышей пшеницы дошкольников в промышленном городе / С. В. Капранов, Л. И. Безручко, В. В. Бедретдинова и др. // Довкилля та здоровья. – 2008. – №3(46). – С. 47-53.

3. Капранов С. В. Оценка эффективности профилактического оздоровления детей в условиях неблагоприятной эпидемической ситуации / С. В. Капранов, Л. С. Кудимова // Университетская клиника: Материалы Международного медицинского форума Донбасса «Наука побеждать... болезнь», 11-12 ноября 2021 г. – 2021. – Приложение II. – С. 223-224.

ЛАТЫПОВА Р.Ф., АХМЕТЗЯНОВА А. И.
**ВЛИЯНИЕ СНА НА НУРИТИВНЫЙ СТАТУС СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Башкирский государственный медицинский университет

e-mail: roxevansss@gmail.com

Научный руководитель – к.м.н., ассистент Хамидуллина З.З.

LATYROVA R.F., AKHMETZYANOVA A.I.
**THE EFFECT OF SLEEP ON THE NUTRITIONAL STATUS OF
MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS**

Bashkir State Medical University

e-mail: roxevansss@gmail.com

Scientific supervisor – candidate of medical sciences, assistant
Khamidullina Z.Z.

Аннотация: Образ жизни студентов – это фундаментальная инвестиция в здоровье нации, определяющая демографический и экономический потенциал страны. В данной работе представлен анализ режима питания и сна учащихся, а также взаимосвязи между этими ключевыми факторами.

Ключевые слова: нутритивный статус, пищевые паттерны, качество сна.

Abstract: Student lifestyle is a fundamental investment in national health, determining a country's demographic and economic potential. This paper presents an analysis of student eating and sleeping patterns, as well as the relationships between these key factors.

Keywords: nutritional status, eating patterns, sleep quality.

Актуальность

Образ жизни обучающихся в высших учебных заведениях неизбежно связан со стрессом, недостатком сна и негативным влиянием пищевой среды, богатой ультрапереработанными продуктами. Тем временем, здоровье молодого поколения определяет демографический и экономический потенциал страны, что делает актуальным вопросы изучения их физического и психологического благополучия не только с точки зрения личной гигиены. Влияние сна определяется его важным физиологическим значением в регуляции гормонального баланса и синхронизации биоритмов. При сокращении сна наблюдается снижение на 15-20% в крови уровня гормона насыщения – лептина, и повышение уровня гормона голода - грелина, таким образом усиливается чувство голода на фоне отсутствия реального энергетического дефицита. К тому же активация орексинергических нейронов гипоталамуса, повышающих тонус мезолимбической дофаминергической, системы усиливает интерес

именно к высококалорийной, сладкой и жирной пище [1]. Таким образом, депривация сна увеличивает суточное потребление калорий в среднем на 300-500 калорий [2].

Цель исследования: провести количественную оценку параметров сна и анализ фактического питания у обучающихся БГМУ.

Материал и методы исследования: в исследовании участвовали 85 обучающихся медицинского университета, из них 63 девушек (74,1%) и 22 юношей (25,9%) в возрасте от 20 до 24 лет (медиана возраста 22 года [22;23]). Для сбора данных в течение 2 месяцев производились добровольные опросы для оценки качества сна («Питтсбургский опросник на определение индекса качества сна (PSQI)»), дневной сонливости («Шкала сонливости Эпворта (Epworth Sleepiness Scale, ESS)»), фактического питания (облачный сервис «Nutriologic»). Облачный сервис «Nutriologic» позволяет на основе введенных антропометрических данных и с учетом физической активности определить индивидуальные энергетические потребности, а также провести анализ рациона питания на основе количества и частоты потребления определенных продуктов и блюд [3]. Для статистического анализа полученных данных использовалась программа MedCalc 20.215 (MedCalc Software Ltd, Бельгия). Все вариационные ряды проверены на предмет соответствия нормальному распределению с применением критерия Колмогорова-Смирнова. Количественные данные представлены в виде средней арифметической и среднеквадратического отклонения ($M \pm \sigma$), медианы (Me) и межквартильного размаха [25; 75], массовой доли (%). Парное сравнение ряда количественных данных из независимых выборок проводили параметрическим методом с помощью t-критерия Стьюдента и непараметрическим методом с применением U-теста Манна-Уитни, а для сравнения трех групп использовали тест Краскела-Уоллиса. Критерием наличия статистических значимых различий сравниваемых данных было $p < 0,05$. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных чисел и соответствующих им частот n (%), их различия между группами оценивались по критерию Хи-квадрат χ^2 с поправкой Йетса на непрерывность.

Результаты. Оценка фактического питания выявила у 31 студента (36,5%) дефицит потребления калорий, у 23 (27,1%) – нормальный суточный объем калорий, а у остальных - 31 (36,5%) – профицит (Таблица 1). В основном опрошенные придерживались традиционного типа питания – 63,5%, а также присутствовали специфические типы питания: халяльное – 22,4%, вегетарианство – 9,4% и карнивор-диета (мясная диета) – 4,7%. У сторонников вегетарианства и карнивор-диеты чаще наблюдается дефицит калорий в 62,5% и 100% случаев соответственно, а при традиционном и халяльном питании напротив – профицит, в 35,2% и 57,9% случаев при $p=0,0225$.

Общая структура питания представлена частотой потребления следующих групп продуктов: молочные продукты и яйца – 19,5%, мясные продукты - 12,7%, сладости – 12,4%, хлеб и хлебобулочные изделия - 12%, фастфуд – 10,9%, крупы и макаронные изделия – 6,8%, фрукты – 5,3%, жиры и соусы (растительные масла, майонез, кетчуп) – 4,8%, овощи (кроме картофеля) – 4,7%, супы – 2,55%, напитки (чай, кофе, безалкогольные сладкие напитки) – 2,1%, блюда из картофеля – 2,3%, орехи 2,4%, рыба – 1,4%, алкоголь – 0,3%.

Таблица 1 – Сравнительный анализ количества нутриентов в группах с разным пищевым статусом

Нутриенты, р при Краскела- Уоллиса	Дефицит калорий (N=31, 36,5%)	Оптимальное поступление калорий (N=23, 27,1%)	Профицит калорий (N=31, 36,5%)	p ₁ , p ₂ , p ₃
Энергия, ккал p < 0,0001	1026 [793,8; 1368]	1713 [1515; 1925,8]	3244 [2744,8; 3870,3]	p ₁ < 0,0001 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Возраст, лет p = 0,8015	22 [22; 23]	22 [22; 23]	22 [22; 23]	p ₁ = 0,6731 p ₂ = 0,5024 p ₃ = 0,8740
ИМТ, кг/м ² p = 0,2130	22,4 [18,95; 24,97]	19,96 [18,57; 22,7]	21,7 [19,2; 22,4]	p ₁ = 0,1019 p ₂ = 0,2175 p ₃ = 0,2175
Белок, г p < 0,0001	54,7 [37,4; 69,1]	69 [3,79; 84,7]	125 [104,1; 157,8]	p ₁ = 0,0150 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Жир, г p < 0,0001	45,8 [34,4; 58,4]	69,9 [56,7; 85,1]	124,5 [98,2; 143,9]	p ₁ = 0,0003 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Насыщенные жиры, г p < 0,0001	18,9 [13,8; 26,6]	30,1 [20,1; 237,6]	46,7 [40,7; 54,7]	p ₁ = 0,0154 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Олеиновые жирные кислоты, г p < 0,0001	8,89 [6,8; 11,6]	11,2 [9,5; 14,5]	24,7 [16,5; 31,8]	p ₁ = 0,0106 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Омега-3 жирные кислоты, г p < 0,0001	0,6 [0,3; 0,9]	0,74 [0,5; 1,1]	1,8 [0,9; 2,5]	p ₁ = 0,0328 p ₂ = 0,0002 p ₃ < 0,0001
Омега-6 жирные кислоты, г p < 0,0001	4,99 [3,5; 6,3]	7,11 [6,4; 8,5]	15,9 [8,9; 18,9]	p ₁ = 0,0002 p ₂ = 0,0004 p ₃ < 0,0001
Углеводы, г p < 0,0001	110,3 [61,7; 147,1]	197,4 [172,2; 226,9]	395,8 [280,8; 512,8]	p ₁ < 0,0001 p ₂ < 0,0001 p ₃ < 0,0001
Пищевые волокна, г	8,7 [4,3; 14,1]	15,7 [12,1; 17,4]	29,5 [20,95; 50,7]	p ₁ = 0,0006 p ₂ < 0,0001

$p < 0,0001$				$p_3 < 0,0001$
Простые углеводы, г $p < 0,0001$	47,4 [27,6; 55,4]	80,8 [60,99; 97,5]	129,6 [82,6; 184,5]	$p_1 = 0,0001$ $p_2 = 0,0011$ $p_3 < 0,0001$

Примечание: p_1 – сравнение между лицами с дефицитом и нормальным уровнем ккал; p_2 – сравнение между лицами с нормальным уровнем и профицитом ккал; p_3 – сравнение между лицами с дефицитом и профицитом ккал.

Все обучающиеся не пренебрегали простыми сахарами и наблюдалось чрезмерное потребление у 16,1% лиц с дефицитом, 73,9% - с нормальным уровнем и 90,3% - с суточным профицитом калорий $p < 0,0001$. Избыток сахара в рационе был характерен чаще при традиционном - в 64,8% случаев, и халяльном (68,4%) типах питания ($p=0,0116$) и не имел гендерных различий ($p=0,8243$). Выявлен дефицит пищевых волокон в 62,4% случаев: чаще в группе с недостаточным питанием – 90,3%, а также в группе с нормальным уровнем потребления калорий – в 78,3% и с профицитом – 22,6% при $p < 0,0001$. Дефицит пищевых волокон был больше характерен для девушек по сравнению парнями: 74,6% против 27,3% при $p < 0,0001$, а тип питания в этом случае не влиял на уровень потребления ($p=0,1824$).

Избыток жиров в рационе наблюдается у 47,1% лиц, ожидаемо чаще у лиц с общим профицитом калорий - у 96,8% ($p < 0,0001$), и не зависит от типа питания и пола. Превышение холестерина в суточном рационе выявлено у 41,9% лиц с дефицитом калорий, у 69,6% с адекватной нормой потребления и у 90,3% лиц с профицитом ($p=0,0003$), и при этом чаще характерно для лиц с традиционным и халяльным типом питания: 68,5% и 84,2% соответственно ($p=0,0232$). На фоне избытка жиров большинство, 90,6% опрошенных, не получают с пищей адекватную норму омега-3 жирных кислот, в том числе и при избыточном питании - дефицит встречается у 77,4% лиц ($p=0,0091$), что не было связано с гендерными различиями и типом питания.

Анализ ответов опросника PSQI выявил, что средняя продолжительность сна обучающихся составила $6,1 \pm 1,36$ часов и 67,5% опрошенных спят ночью менее 7 часов, $p=0,0021$. Некоторые студенты работают в качестве среднего медицинского персонала и спят в среднем $5,4 \pm 1,1$ часов, а без дежурств - $6,4 \pm 1,3$ часов при $p=0,0005$. Однако различий по шкале дневной сонливости не выявлено: повышенная сонливость определена у 43,3% лиц с ночными сменами и у 41,8% без ночных смен при $p=1,00$, и при сравнении средних баллов ESS – $11,1 \pm 5,8$ против $9,3 \pm 5,4$ соответственно при $p=0,1552$. Не выявлены различия и по результатам оценки Питсбургского опросника качества сна: средние суммарные баллы $13,6 \pm 6,7$ у тех, кто дежурит ночью, и $14,5 \pm 6,5$ у тех, кто

не дежурит, статистически значимо не отличались ($p=0,5772$). В целом у 96,5% студентов сон оценивался как плохой, а среднее значение индекса PSQI составило 14,1 баллов $\pm 6,6$ для всех респондентов. Ожидаемо у студентов с плохим сном индекс дневной сонливости был значимо выше: $10,2 \pm 5,5$ балла против $3,7 \pm 4,3$ баллов соответственно при $p=0,0459$.

Проведенный анализ взаимосвязи между паттернами сна и питания не выявил связи между количеством потребления калорий и дневной сонливостью. Медианы суточной калорийности у лиц без выраженной и с выраженной дневной сонливостью не различались: 1811 [1297,5; 3175,8] ккал против 1738 [1178; 2203,5] ккал при $p=0,3504$. Также не выявлено различий в объеме калорий при сравнении медиан у лиц с нормальным и плохим качеством сна: 1144 [975; 1375,8] ккал против 1778 [1314; 2760] ккал соответственно при $p=0,5358$. Сравнение средних значений индекса PSQI и ESS, длительности сна между группами с разным пищевым статусом методом Краскела-Уоллиса не выявил различий – $p=0,1476$, $p=0,2267$ и $p=0,9700$ соответственно. Однако, выявлено, что те студенты, которые дежурят ночью чаще употребляют сладости, по сравнению с теми, кто не дежурит: 11,4% против 6,6% при $p=0,0161$, при этом длительность и качество сна, наличие дневной сонливости не влияют на данный паттерн.

Выводы. Оценка фактического питания студентов отражает современную актуальную проблему. Влияние сна на качество питания в данной когорте не имеет статистически значимого значения, однако наличие депривации сна и стресса во время ночных дежурств является фактором, способствующим избыточному потреблению простых углеводов.

Список литературы

1. Chen X., Wang Y., Fu S., Wan Y., Mao J., Cui K., Jiang H. The Integrated Function of the Lateral Hypothalamus in Energy Homeostasis. //Cells 2025, 14(14), 1042. doi. 10.3390/cells14141042
2. Gresser D. et al. The Impact of Sleep Deprivation on HungerRelated Hormones: A Meta-Analysis and Systematic Review. //MDPI Journals 2025; Mohammadkhani A., Mitchell C., James M.H., Borgland S.L., Dayas C.V. Contribution of hypothalamic orexin (hypocretin) circuits to pathologies of motivation. //British journal of pharmacology 2024, 181(22), 4430–4449. doi. 10.1111/bph.17325
3. Дубцов Г. Г. Заключение об эффективности научнотехнической разработки «Метод анализа характера питания человека в домашних условиях и фактического химического состава диетологических рационов, генерированных с использованием сервиса Nutrilogic». Утверждено Ю. В. Бабиным. МГУПП, 2018

МАКАРОВА Е.М., ЕЛИСЕЕВА С.А.

**ЭФФЕКТ РЖАНО-ПШЕНИЧНОЙ ЗАКВАСКИ ЕСТЕСТВЕННОГО
БРОЖЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого», г. Санкт-Петербург
e-mail: emmakarova2003@mail.ru*

MAKAROVA E.M., ELISEEVA S.A.

**THE EFFECT OF RYE-WHEAT STARTER CULTURE OF NATURAL
FERMENTATION ON BREAD QUALITY INDICATORS**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
e-mail: emmakarova2003@mail.ru*

Аннотация: в статье представлены результаты исследования комбинированной ржано-пшеничной закваски естественного брожения. Разработана рецептура и произведена оценка влияния ржано-пшеничной закваски на формирование органолептических показателей качества хлеба. Полученные данные подтверждают, что комбинирование пшеничной и ржаной муки улучшает вкусо-ароматический профиль и увеличивает устойчивость хлеба к черствению, обогащая продукт функциональными компонентами.

Ключевые слова: хлеб, хлебные закваски, естественное брожение, ржаная мука, пшеничная мука, малая пекарня.

Abstract: the article presents the results of a study of a combined rye-wheat starter culture of natural fermentation. The formulation was developed and the effect of rye-wheat starter culture on the formation of organoleptic indicators of bread quality was evaluated. The data obtained confirm that the combination of wheat and rye flour improves the flavor profile and increases the resistance of bread to staling, enriching the product with functional components.

Keywords: bread, bread starter cultures, natural fermentation, rye flour, wheat flour, small bakery.

Введение. В последние годы потребители чаще отказываются от хлебобулочных изделий массового производства в связи с растущим интересом к продукции с добавленной пищевой ценностью и пониженной калорийностью. Это обуславливает потребность разработок актуальных технологических подходов в производстве хлеба на заквасках в условиях малых предприятий – ремесленных пекарен [3].

Хлеб, приготовленный на заквасках спонтанного брожения, ценится потребителями за сложный вкусо-ароматический букет, продленные сроки годности и высокую пищевую ценность. Так, закваски обогащают хлеб пищевыми волокнами и пребиотиками, благотворно влияющими на микробиом кишечника и усвоение глютена [2].

На хлебопекарном производстве традиционно ведут ржаные и пшеничные закваски путем отдельных циклов, так как каждый вид муки обладает определенными технологическими свойствами. Ржаная мука богата неусвояемыми пищевыми волокнами, фенольными соединениями и бета-глюканами. Пшеничная мука обеспечивает высокую клейковинную матрицу, необходимую для формообразования и газоудерживания в ходе тестоведения. Комбинирование двух видов муки в заквасках позволяет сочетать функциональные и технологические преимущества, но точные механизмы влияния соотношения компонентов на микробиоту промежуточных полуфабрикатов, метаболиты брожения и итоговые качества хлеба требуют детального изучения.

Цель исследования – изучить влияние комбинирования пшеничной и ржаной муки в заквасках спонтанного брожения на органолептические характеристики хлеба в условиях малой пекарни.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования являлись закваски спонтанного брожения с использованием пшеничной и ржаной муки, выведенные в условиях лабораторного комплекса контроля качества Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ.

В работе изучали следующие объекты:

- мука ржаная цельнозерновая марки «Кудесница», Санкт-Петербург, ГОСТ Р 52809-2007. В 100 г муки содержание белка 8,9 г; жира 1,7; углеводов 61,8 г. Дата изготовления 15.02.2026;
- мука пшеничная высшего сорта марки «Предпортовая», Санкт-Петербург, ГОСТ 26574-2017. В 100 г муки содержание белка 10,3 г; жира 1,1 г; углеводов 70,6 г. Дата изготовления: 21.01.2026;
- соль пищевая «Илецкая», помол №1, ГОСТ Р 51574-2018;
- вода фильтрованная, температура 20 °С.

Постановку ржано-пшеничной закваски проводили по технологии Дж. Хамельмана [4] на муке ржаной цельнозерновой марки «Кудесница», через 24 часа добавляли пшеничную муку высшего сорта марки «Предпортовая» и далее вели закваску с использованием пшеничной муки. Через 72 часа процесса брожения наблюдался устойчивый подъем закваски, что соответствовало рекомендациям [4]. Общий график выведения закваски представлен в табл.1.

Таблица 1 – График выведения ржано-пшеничной закваски

Дни/часы после предыдущего возобновления	Закваска на возобновление, г	Мука ржаная цельнозерновая, г	Мука пшеничная высший сорт, г	Сахар, г	Вода, г	t воды, С°
1-й день, 0 ч		100		4	125	20
2-й день, 24 ч	100	45	45		112,5	20
3-й день, 24 ч	100		90		112,5	20
3-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
4-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
4-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
5-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
5-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
6-й день, 12 ч	100		90		112,5	20
6-й день, 12 ч и далее	100		90		112,5	20

Процесс тестоведения проводили опарным способом. Затем делили тесто на заготовки массой 455 г, проводили предварительную расстойку, формование, окончательную расстойку и выпечку заготовок в формах в пароконвектомате в комбинированном режиме. Масса выпеченного хлеба составила 402 ± 2 г, потери массы – 11,2%, (рис. 1).



а



б

Рисунок 1 – (а) внешний вид ржано-пшеничной закваски при брожении; (б) хлеб на ржано-пшеничной закваске естественного брожения

Результаты исследования и их обсуждения. Для оценки влияния ржано-пшеничной закваски на формирование показателей качества хлеба, провели органолептический анализ по [1], результаты которого использовали для построения профилограммы, рис. 2.



Рисунок 2 – Органолептическая оценка качества ржано-пшеничного хлеба на закваске

Установили, что выпеченный хлеб на основе ржано-пшеничной закваски естественного брожения соответствует предъявляемым требованиям к качеству по ГОСТ 2077-2023 [1].

Вывод. Закваска – предварительно сброженный полуфабрикат, количество которого при внесении в опару влияет на органолептические характеристики готового изделия: вкус, внешний вид и структуру хлеба.

Структура мякиша зависит от:

1. Качества муки (клейковина должна хорошо растягиваться и при этом удерживать много газа).

2. Гидратации (чем выше гидратация, тем более открытая пористость). Но, при этом необходимо обеспечить хорошее развитие клейковины, чтобы она могла удержать образующийся углекислый газ.

3. Качества закваски и ее влияние на реологию (переброженное или не выброженное тесто не обеспечит необходимый уровень растяжения клейковины).

4. Способа закатки заготовок. При грубом механическом/ручном воздействии пористость будет более однородной и менее открытой.

5. Окончательной расстойки. Недостаточный уровень – мелкопористая структура, излишний уровень – рыхлая, с отрывом верхней корки.

Список литературы

1. ГОСТ 2077-2023. Хлеб из ржаной хлебопекарной муки и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2025. – 15 с.

2. Жаркова И.М., Росляков Ю.Ф., Иванчиков Д.С. Закваски спонтанного (естественного) брожения: особенности технологии и роль в современном хлебопекарном производстве // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53. – № 3. – с. 525-544.

3. Производство хлебобулочных изделий в малой пекарне: Техно-экономические расчеты // Серия «Пищевое оборудование». М: – 2001. – 32 с.

4. Хамельман Дж. Хлеб. Технология и рецептуры / Дж. Хамельман. — 3-е изд. — Санкт-Петербург: Профессия. СПб., 2022. — 528 с.

ПОЛТАВЦЕВА О.В., ПЬЯНКОВА П.С.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК
ЖИТЕЛЯМИ ГОРОДА КЕМЕРОВО**

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

POLTAVTSEVA O.V., PYANKOVA P.S.
USE OF DIETARY SUPPLEMENTS BY RESIDENTS OF KEMEROVO

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

Аннотация: В данной статье представлены результаты анкетирования жителей г. Кемерово, направленного на анализ принципов приема биологически активных добавок (БАД). Исследование выявило преобладающие причины употребления БАД, основные источники информации при выборе добавок, а также субъективную оценку эффективности.

Ключевые слова: биологически активные добавки, профилактика, витамины, нутриенты, растительные экстракты.

Abstract: This article presents the results of a survey conducted among Kemerovo residents aimed at analyzing the principles of taking dietary supplements (DS). The study identified the predominant reasons for consuming DS, the main sources of information when choosing DS, and subjective assessments of their effectiveness.

Keywords: dietary supplements, prevention, vitamins, nutrients, plant extracts.

Цель исследования. Изучить основные принципы использования биологически активных добавок населением города Кемерово.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 53 человека, в возрасте от 18 до 77 лет, проживающих в г. Кемерово. По полу респонденты распределились следующим образом: мужчины - 15% (8 человек), женщины - 85% (45 человек). Исследование проводилось методом анонимного анкетирования. Из личных данных опрашиваемых просили указать, к какой возрастной категории по классификации ВОЗ они относятся, а также пол. Для проведения анкетирования был создан специальный опросник, состоящий из 16 вопросов, разделенных на блоки: социально-демографические характеристики, общая информированность о БАД, практика применения добавок. В задачи исследования входило выявление осведомленности населения о различиях между БАД и лекарственными препаратами, анализ субъективной оценки эффективности БАД респондентами.

Результаты исследования и их обсуждение. БАД представляют собой биологически активные добавки к пище, в состав которых входят витамины, минералы, аминокислоты, растительные экстракты и другие компоненты, предназначенные для восполнения дефицита нутриентов в организме человека [1]. В отличие от лекарственных препаратов, БАД не проходят обязательных клинических испытаний, так как не заявляются как средство для лечения заболеваний, однако подлежат государственной регистрации и экспертизе на безопасность [2]. В июне 2025 года в Федеральный закон № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» внесены поправки, согласно которым врачи вправе назначать зарегистрированные БАД при наличии показаний к их применению [3].

Рынок биологически активных добавок демонстрирует устойчивый рост как в мире, так и в Российской Федерации. По данным различных источников, БАД принимают от 63% до 68% населения РФ, а годовой оборот продаж в 2025 году достиг 237 млрд рублей [4]. Согласно опросам Национального научного центра Фармаконадзора, каждый четвертый россиянин тратит на добавки от 3 до 5 тысяч рублей в год. При этом, несмотря на широкую доступность и активное применение, лишь 24% потребителей принимают БАД по назначению врача [5]. Нередко БАД ошибочно воспринимаются населением как лекарственные средства, что приводит к бесконтрольному приему и самолечению. В связи с этим настоящая работа посвящена изучению употребления БАД и осведомленности о них населения.

Результаты опроса показали, что 88,68 % респондентов (47 человек) знакомы с понятием «биологически активные добавки», однако 7,55 % (4 человека) не видят принципиальной разницы между добавками и лекарственными препаратами, считая, что это «почти одно и то же». Ещё 3,77 % (2 человека) затруднились четко сформулировать, чем именно БАД отличается от лекарственного препарата.

Что касается возрастного распределения, то большинство опрошенных составили респонденты в возрасте 18-44 лет – 84,9 % (45 человек) от всех опрошенных. На втором месте возрастная группа 45-59 лет 11,32 % (6 человек). Респонденты старше 75 лет составили 1,89% (один человек), возрастная группа 60-74 лет – также 1,89 % (один человек).

Все опрошенные на протяжении жизни хотя бы один раз принимали БАД. Анализ длительности приема показал, что 35,85% (19 человек) принимают БАД эпизодически; 47,17 % (25 человек) используют курсовой прием; 11,32 % (6 человек) принимают БАД регулярно; 5,66 % (3 человека) отмечали, что принимали добавки однократно. Никто из опрошенных не использовал БАД при плохом самочувствии. Примечательно, что среди принимающих БАД на регулярной основе женщины составили абсолютное большинство – 5 из 6 человек. Наиболее активно БАД применяют респонденты в возрасте 18-44 лет.

При анализе состава применяемых БАД установлено, что большинство опрошенных – 75,5% (40 человек) – предпочитает добавки, содержащие микроэлементы и витамины (например, магний, цинк, селен, витамин D). 17,0 % (9 человек) используют БАД на основе растительного сырья, содержащие экстракт эхинацеи, валерианы, женьшеня. БАД, содержащие аминокислоты, омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, принимают 7,5% опрошенных (4 человека).

Критически важным является вопрос о назначении БАД. Только 11,32% респондентов (6 человек) начинали прием добавок по рекомендации врача после анализов или осмотра. При этом все 6 человек, консультировавшихся с врачом, оказались женщинами, что подтверждает более ответственный подход женской аудитории к своему здоровью. По советам друзей/родственников приобрели БАД 35,85 % (19 человек), также 35,85 % (19 человек) купили добавки после самостоятельного изучения информации из научных статей и состава препаратов. Самостоятельно приобрели, а затем проконсультировались с врачом 11,32 % (6 человек), доверились рекламе (по телевизору, в интернете, в социальных сетях) только 5,66 % (3 человека).

Анализ выбора БАД в зависимости от фирмы-производителя показал, что 47,17 % опрошенных (25 человек) используют продукцию компании «Арт Лайф». 13,21 % (7 человек) применяют БАД компании «Solgar», продукцию Siberian Wellness («Сибирское здоровье») принимают 9,43 % (5 человек); 5,66 % (3 человека) – БАД «Эвалар», БАД других компаний используют 24,53 % (13 человек).

Одним из главных изучаемых вопросов явилась причина использования биологически активных добавок. 20,75 % опрошенных (11 человек) принимают БАД для профилактики заболеваний и поддержания здоровья; с целью лечения конкретного заболевания – 5,66 % (3 человека); для укрепления иммунитета – 18,87 % (10 человек); для восполнения

энергии - 7,55 % (4 человека); для улучшения состояния кожи, волос, ногтей – 18, 87 % (10 человек); с целью снижения массы тела – 5,66 % (3 человека); для восполнение дефицита (витаминов, микроэлементов) – 22,64 % (12 человек). Примечательно, что цели, связанные с лечением заболеваний, уступают место профилактическим и эстетическим мотивам (рис. 1).

Субъективная оценка эффективности распределилась следующим образом: 64,15% (34 человека) отметили заметное улучшение самочувствия после приема БАД, 35,85% (19 человек) не почувствовали никаких изменений. Вероятнее всего, эти данные отражают бессистемное и самостоятельное употребление БАД без предварительной диагностики дефицитов.



Рисунок 1 – Цели применения БАД (по результатам анкетирования)

Отдельно был проанализирован вопрос доверия потребителей при выборе и покупке БАД. Анализ источников информации, влияющих на принятие решения, показал, что решающими факторами выступают: цена – 15,09 % (8 человек), фирма-производитель – 15,09 % (8 человек), состав (натуральность, наличие доказанных компонентов) – 37,74 % (20 человек), советы врача/фармацевта – 18,87 % (10 человек). При этом наименьшее влияние оказывает реклама в СМИ – 13,21 % (7 человек).

Выводы. Уровень осведомленности респондентов о БАД можно признать высоким: 88,7% опрошенных знают, что такое БАД и отличают их от лекарственных препаратов. Основными мотивами применения БАД являются восполнение дефицита витаминов и микроэлементов, профилактика заболеваний, укрепление иммунитета и улучшение

внешнего вида. Главными источниками рекомендаций при выборе добавок служат советы друзей и родственников, а также самостоятельное изучение информации. Обращает на себя внимание низкая доля врачебных рекомендаций – только 11,8% опрошенных начинали прием БАД после консультации врача. Женщины подходят к выбору добавок более ответственно: все респонденты, проконсультировавшиеся с врачом, женского пола. При выборе добавок опрошенные лица ориентируются прежде всего на состав продукта, тогда как цена, бренд и реклама играют второстепенную роль.

Таким образом, полученные данные подтверждают необходимость повышения роли врачебного консультирования при подборе нутритивной поддержки и лабораторной диагностики перед началом приема БАД.

Список литературы

1. Massey P. B. Dietary supplements // Med Clin North Am. 2002; 86 (1): 127-47. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11795085/> (дата обращения: 20.05.2026).
2. Dwyer J. T., Coates P. M., Smith M.J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources // Nutrients. 2018; 10 (1): 41. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/1/41> (дата обращения: 20.05.2026).
3. Федеральный закон от 7 июня 2025 г. N 150-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/412133618/paragraph/1:0> (дата обращения: 20.05.2026).
4. DSM Group. 9 глав о фармацевтическом рынке. Годовой отчет 2025. URL: <https://dsm.ru/upload/medialibrary/5f7/2zcz3tg123l3tp791b3idbm7aldioc92/DSM-Group-Annual-report-2025-rus.pdf> (дата обращения: 20.05.2026).
5. НИЦ Фармаконадзора [Электронный ресурс] // Более половины россиян регулярно принимают БАДы: [сайт]. [2025]. URL: <https://drugsafety.ru/bole-poloviny-rossiyan-regulyarno-prinimayut-bady/> (дата обращения: 20.05.2026).

РУСАНОВА Е.Е., РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., НАПРЕЕВ К.С.
**КОЛЛАГЕНОВЫЕ НАПИТКИ ДЛЯ ЛИЦ С ПОВЫШЕННЫМИ
ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ: ТЕХНОЛОГИЯ,
БЕЗОПАСНОСТЬ И РЫНОЧНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ**

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

email: rusanova.katrina@mail.ru

RUSANOVA E.E., RYAZANOV S.S., BALABA A.D., NAPREEV K.S.
**COLLAGEN DRINKS FOR PEOPLE WITH INCREASED PHYSICAL
ACTIVITY: TECHNOLOGY, SECURITY, AND MARKET PROSPECTS**

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

email: rusanova.katrina@mail.ru

Аннотация: в статье рассматриваются технологические аспекты производства коллагеновых напитков для лиц, испытывающих повышенные физические нагрузки. Анализируются методы ферментативного гидролиза, обеспечивающие высокую биодоступность и низкую молекулярную массу пептидов.

Ключевые слова: коллагеновые напитки, биодоступность, тяжёлые физические нагрузки, опорно-двигательный аппарат, нутрицевтики, ферментативный гидролиз.

Abstract: the article discusses the technological aspects of the production of collagen drinks for people experiencing increased physical activity. Methods of enzymatic hydrolysis providing high bioavailability and low molecular weight of peptides are analyzed.

Keywords: collagen drinks, bioavailability, heavy physical activity, musculoskeletal system, nutraceuticals, enzymatic hydrolysis.

Целью работы является анализ технологических аспектов производства коллагеновых напитков, оценка их пероральности, безопасности и эффективности для лиц, испытывающих повышенные физические нагрузки, а также рассмотрение экологических и рыночных тенденций в данной области.

В современном мире, где многие люди работают в тяжелых условиях: на стройках, производствах, в шахтах или занимаются профессиональным спортом – здоровье суставов и соединительных тканей становится критически важным. Коллагеновые напитки представляют собой эффективное решение для поддержания подвижности и восстановления после нагрузок [1]. Их производство является сложным многоступенчатым процессом, требующего строгого соблюдения технологических норм и использования качественного сырья.

Основой для производства служит матриксный белок, который добывают из животных или морских источников. Наиболее распространен

бычий, свиной и куриный коллаген, получаемый из шкур, костей и хрящей. По данным аналитических отчётов, на рынке коллагеновых добавок доминирует бычий коллаген с долей около 55,2%, тогда как морской коллаген занимает около 25,3% рынка и демонстрирует наиболее высокие темпы роста (CAGR (Compound Annual Growth Rate) 8,2% в год) благодаря лучшей метаболической доступности и более высокой воспринимаемой экологичности. Ключевой этап производства – экстракция и последующий гидролиз фибриллярного белка для получения коротких пептидных цепочек с высокой биодоступностью [2, 3]. Структура коллагена представлена на рисунке 1.

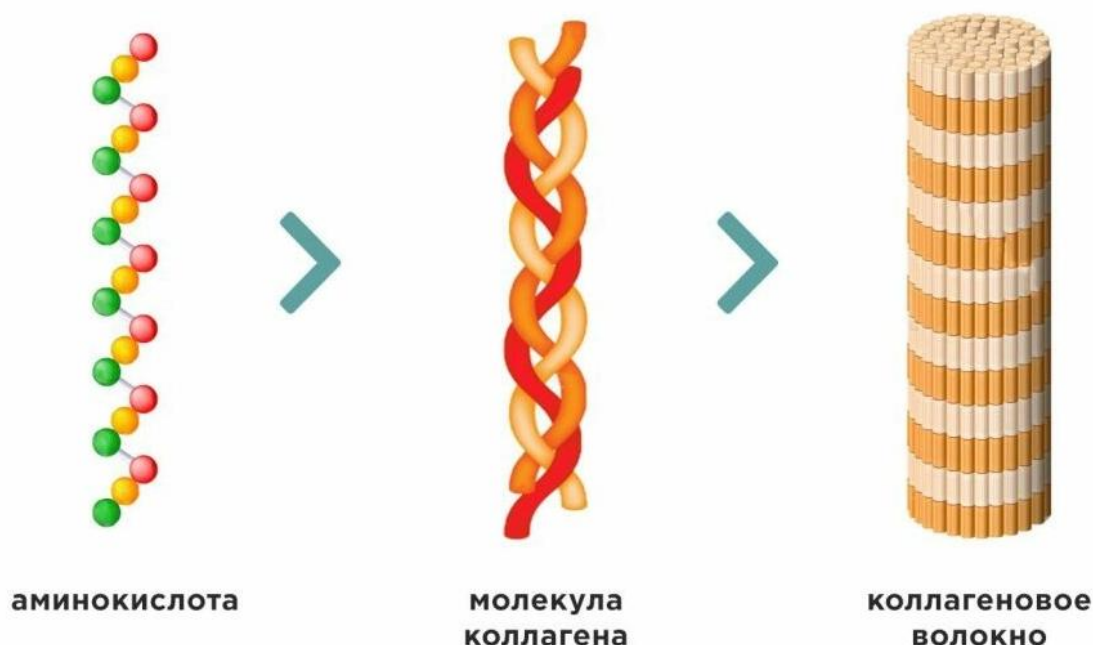


Рисунок 1 – Структура коллагена

Современные технологии предлагают два основных подхода к гидролизу: кислотный и ферментативный. Ферментативный гидролиз с использованием протеаз считается предпочтительным. Так как позволяет контролировать молекулярную массу конечных пептидов и сохранять биологически активные последовательности. Оптимальные параметры процесса включают температуру 50-55 °С, pH 7,0-8,0 и продолжительность 4-8 часов. Выход гидролизата при ферментативном методе достигает 85-92%, что на 15-20% выше, чем при кислотном гидролизе.

Готовый гидролизованный коллаген смешивают с жидкой основой (вода, сок, растительное молоко), витамином С, гиалуроновой кислотой и другими компонентами, что создает синергетический эффект и усиливает полезное действие напитка [3, 4]. Витамин С является необходимым кофактором для синтеза эндогенного коллагена, выступая донором электронов для ферментов пролигидроксилазы и лизигидроксилазы.

Гиалуроновая кислота способствует увлажнению суставных тканей, связывая воду в межклеточном матриксе и обеспечивая его вязкоэластичные свойства.

Чем больше разрушается естественная, плотная и сшитая структура натурального матричного белка, тем выше его метаболическая доступность и тем легче он усваивается организмом человека. При сильном стрессе, характерном для тяжёлого физического труда, пищеварение может замедляться из-за активации симпатической нервной системы и снижения кровотока в желудочно-кишечном тракте. Жидкие, предварительно растворённые пептиды усваиваются быстрее, чем твёрдые таблетки или порошки, для усвоения которых требуется дополнительное время на дезинтеграцию и растворение. Гидролизированный коллаген обеспечивает организм определёнными аминокислотами (глицином, пролином и гидроксипролином), которые являются строительными материалами для хрящей и сухожилий.

Данные напитки находят наибольшую значимость для людей, которые работают в экстремальных условиях: (шахтёры, строители, грузчики и профессиональные спортсмены) ежедневно сталкиваются с высокими нагрузками на опорно-двигательный аппарат. В тяжёлых условиях физического труда, характерных для шахтёров и строителей, коллагеновые напитки помогают компенсировать негативное воздействие статических и динамических нагрузок. Напитки с добавлением коллагена помогают поддерживать нормальное функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и предотвращают развитие профессиональных заболеваний [1, 4].

Важным аспектом при разработке функциональных напитков является их безобидность, в частности, аллергенный потенциал, который в значительной степени определяется источником коллагена. Наибольший риск (5-7% случаев реакций, преимущественно у лиц с аллергией на яйца) связан с использованием куриного коллагена, тогда как морской коллаген характеризуется минимальным риском (0,5-1,5% в основном у людей с аллергией на рыбу и моллюсков) [5]. Аллергические реакции чаще всего проявляются в виде крапивницы, зуда, отёка Квинке или желудочно-кишечных расстройств. Морские источники коллагена представляют собой более экологичную альтернативу наземным животным. Добыча сырья из рыбных отходов (кожа, чешуя, плавники) позволяет избежать дополнительной нагрузки на сельскохозяйственные угодья и снизить углеродный след производства. Гидробионты становятся перспективным направлением развития отрасли с точки зрения экологической устойчивости. Современные технологии позволяют существенно снижать аллергенность конечного продукта. Гидролиз до пептидов массой менее 3 кДа уменьшает антигенность на 90% за счёт разрушения эпитопов (участков молекул), распознаваемых иммунной системой [5].

Дополнительную безопасность обеспечивают процессы ультрафильтрации (отсечение молекул крупнее 10 Кда), удаляющие высокомолекулярные фракции, и ферментативная обработка протеазами, которая дополнительно расщепляет потенциально антигенные последовательности. Комплексное применение этих технологических решений позволяет получать коллагеновые напитки с минимальным аллергенным потенциалом (<1% случаев реакций у предрасположенных лиц), что делает их безопасными для подавляющего большинства потребителей при условии правильного выбора сырья и соблюдения технологии [5].

Инновационные технологии позволяют оптимизировать производственные процессы с минимальным воздействием на экологию. Ферментативный гидролиз коллагена заменяет химические методы обработки (кислотный и щелочной гидролиз), что снижает образование токсичных отходов, таких как соли и кислотные стоки. Внедряются энергоэффективные решения, включая использование альтернативных источников энергии (солнечные панели, биогаз из органических отходов) и оптимизацию потребления ресурсов, например, системы рекуперации тепла позволяют повторно использовать до 70% тепловой энергии, затрачиваемой на нагрев реакционных смесей.

Важным направлением является совершенствование методов извлечения фибриллярного белка. Современное оборудование позволяет свести к минимуму потребление воды и энергии при сохранении высокой эффективности процесса. Внедряется система автоматического контроля производственных параметров (pH, температура, концентрация ферментов), которая исключает перерасход ресурсов и образование некачественной продукции. Для эффективного улавливания мелких частиц и летучих соединений используются современные фильтры (НЕРА-фильтры, электрофильтры) и абсорбенты. Для преобразования потенциально опасных веществ в безопасные соединения внедряется система каталитической нейтрализации.

Для производителей коллагеновые напитки выступают в качестве высокорентабельной и быстрорастущей категории товаров в индустрии нутрицевтиков. В отличие от порошка, который может плохо растворяться в холодной воде или требовать использования дополнительного инвентаря (шейкер, блендер), коллаген в составе напитка, уже готов к всасыванию в желудочно-кишечном тракте. Это обеспечивает более быстрое попадание активных пептидов в кровоток. Основными потребителями становятся не только работники физического труда и спортсмены, но и люди, среднего и пожилого возраста, заботящиеся о профилактике возрастных изменений кожи, суставов и связок [1, 3]. Отечественные производители, такие как «Эвалар», «Фармамед», «Био-Кор», активно расширяют линейки коллагеновых напитков, конкурируя с международными брендами (Vital Proteins, Neocell, Further Food).

Таким образом, коллагеновые напитки, сочетающие в себе доказанную эффективность, высокую биодоступность и достигнутый благодаря современным технологиям низкий аллергенный потенциал, представляют собой важный элемент специализированного питания. Они предлагают целевое решение для поддержания здоровья соединительной ткани у различных профессиональных и демографических групп, испытывающих повышенные нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Вывод: ферментативные методы производства и многоступенчатая очистка обеспечивают гидролизированным коллагеновым продуктам три ключевых свойства: высокую усвояемость, доказанную результативность и минимальные риски. Их использование является обоснованной мерой для сохранения соединительной ткани и профилактики раннего износа суставов и связок у работников, чья деятельность связана с постоянными статическими и динамическими нагрузками.

Список литературы

1. Какорин, И. А. Коллагеновая вода - польза и особенности / И. А. Какорин // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 108-13. – С. 176-178.
2. Антипова, Л. В. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания / Л. В. Антипова, А. А. Гетманова // Цифровизация агропромышленного комплекса: Сборник научных статей, Тамбов, 10–12 октября 2018 года. Том 1. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2018.
3. Антипова, Л. В. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, А. А. Гетманова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, № 3(77). – С. 97-103.
4. Применение белкового гидролизата в технологии функционального напитка для пожилых людей, страдающих опорно-двигательными заболеваниями / М. А. Асланова, О. К. Деревицкая, А. С. Дыдыкин, Н. Е. Солдатова // Все о мясе. – 2018. – № 5. – С. 10-13.

РУСАНОВА Е.И.
**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ МИКОПРОТЕИНА ИЗ МИЦЕЛИЯ
PLEUROTUS OSTREATUS ПО СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЁЛЫХ
МЕТАЛЛОВ**

Омский государственный технический университет, г. Омск

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

Научный руководитель – Молибога Е.А.

RUSANOVA E.I.
**SAFETY ASSESSMENT OF MYCOPROTEIN FROM PLEUROTUS
OSTREATUS MYCELIUM BY HEAVY METAL CONTENT**

Omsk State Technical University, Omsk

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

Scientific supervisor – Moliboga E. A.

Аннотация: Изучена безопасность микопroteина, полученного из мицелия гриба *Pleurotus ostreatus*. Содержание тяжёлых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии по ГОСТ Р 55447-2013. Показано, что концентрации токсичных элементов (Pb, Cd, Cr) значительно ниже норм ТР ТС 021/2011. Микопroteин признан безопасным для использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: дефицит белка, микопroteин, *Pleurotus ostreatus*, тяжёлые металлы, пищевая безопасность.

Abstract: The safety of mycoprotein obtained from the mycelium of the fungus *Pleurotus ostreatus* has been studied. The content of heavy metals was determined using atomic absorption spectroscopy in accordance with GOST R 55447-2013. It has been shown that the concentrations of toxic elements (Pb, Cd, and Cr) are significantly lower than the requirements of TR CU 021/2011. Mycoprotein has been recognized as safe for use in the food industry.

Keywords: protein deficiency, mycoprotein, *Pleurotus ostreatus*, heavy metals, food safety.

Цель исследования. Определить основные показатели безопасности микопroteина, полученного из мицелия гриба *Pleurotus ostreatus*, путём исследования содержания тяжёлых металлов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и др.) и сравнения их уровней с нормативными требованиями.

Материалы и методы исследования. Обзорная часть статьи сформирована на основе систематического анализа научной литературы, опубликованной в период с 2022 по 2026 год. В ходе экспериментальной работы в качестве объекта исследования использовался мицелий *Pleurotus ostreatus*, предварительно подвергнутый лиофилизации (сублимационной сушке) и измельчённый до тонкодисперсного порошкообразного состояния.

Определение массовой доли тяжелых металлов проводили на атомно-абсорбционном спектрометре «МГА-915МД».

Результаты исследования и их обсуждение. Для обеспечения глобальной продовольственной безопасности в условиях растущего населения необходимы устойчивые и полезные для здоровья источники белка, не связанные с ресурсоемким традиционным животноводством. Микопротеин, получаемый путем ферментации съедобных грибов, представляет собой многообещающую альтернативу с низким углеродным следом [1]. Однако для широкого применения съедобного грибного мицелия в качестве источника белка в функциональных продуктах питания, призванных обеспечить растущие потребности населения Земли в полноценных питательных веществах в XXI веке, критически важно подтвердить его безопасность. Одним из ключевых критериев безопасности является содержание тяжёлых металлов.

Макромицеты обладают высокой способностью к накоплению тяжёлых металлов, даже если они произрастают на субстратах с низким их содержанием. К элементам, наиболее активно аккумулируемым макромицетами относятся Au, Ag, As, Cd, Cu, Hg, Se, Zn и некоторые другие. Напротив, такие элементы, как Co, Cr, Ni, Sb и U, обычно накапливаются в значительно меньших количествах.

Накопленные тяжёлые металлы, особенно мышьяк, кадмий, ртуть и свинец, могут представлять серьёзную опасность для здоровья человека, вызывая поражение почек, неврологические расстройства (включая амнезию, нарушения зрения и слуха) и обладая канцерогенным эффектом [2,3].

В связи с этим на кафедре «Биотехнологии, технологии общественного питания и товароведения» Омского государственного технического университета проводится научно-исследовательская работа по оценке показателей качества и безопасности микопротеина, полученного из мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная).

Микопротеин получали путём культивирования мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* на предварительно оптимизированной питательной среде на основе сусло-агара [4]. Культивирование проводили в течение 14 суток при температуре 26 ± 2 °C. После завершения ферментации биомассу отделяли, промывали дистиллированной водой, подвергали сублимационной сушке (лиофилизации) и измельчали до состояния тонкодисперсного порошка.

Определение массовой доли тяжёлых металлов (цинка, марганца, селена, меди, свинца, никеля, хрома, стронция, кадмия и железа) в полученном микопротеине проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией в соответствии с ГОСТ Р 55447-2013 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение

содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома, олова методом атомно-абсорбционной спектроскопии».

Выбор данного стандарта обусловлен его высокой чувствительностью, селективностью и возможностью одновременного определения широкого спектра элементов в сложных органических матрицах. Метод основан на минерализации пробы с последующим введением полученного раствора в атомизатор атомно-абсорбционного спектрометра и измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемых элементов на характерных для каждого элемента длинах волн. Величина поглощения прямо пропорциональна концентрации элемента в анализируемой пробе [5].

Подготовку проб осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55447-2013 и ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов». По результатам проведенного исследования определены следующие показатели содержания элементов в микопротеине (табл. 1).

Таблица 1 – Массовая доля тяжёлых металлов и микроэлементов в микопротеине мицелия *Pleurotus ostreatus* (мг/дм³)

Показатель	Фактическое значение, мг/дм ³	Норматив (ТР ТС 021/2011), мг/кг, не более
Цинк (Zn)	2,78	не нормирован
Марганец (Mn)	0,09	не нормирован
Селен (Se)	0,2	0,5
Медь (Cu)	следы	5,0
Свинец (Pb)	0,03	0,5
Никель (Ni)	0,02	не нормирован
Хром (Cr)	следы	0,5
Стронций (Sr)	0,02	не нормирован
Кадмий (Cd)	следы	0,05
Железо (Fe)	9,53	не нормирован

Проведённый анализ показал, что по всем нормируемым показателям содержания тяжёлых металлов полученный микопротеин соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Выводы. Проведённые исследования показали, что микопротеин, полученный из мицелия *Pleurotus ostreatus*, характеризуется низким содержанием тяжёлых металлов. Концентрации всех нормируемых токсичных элементов (Pb, Cd, Cr) значительно ниже предельно допустимых уровней, установленных ТР ТС 021/2011.

Таким образом, полученный микопротеин является безопасным по содержанию тяжёлых металлов и может рассматриваться как перспективный источник белка для обогащённых продуктов питания. Для

широкого внедрения микопротеина в пищевую промышленность и повседневный рацион необходимо продолжить комплексные исследования, включая оценку полного профиля безопасности, аллергенных свойств, аминокислотного состава, биологической ценности и органолептических характеристик готовых продуктов с его добавлением.

Список литературы

1. Sahoo K. K. et al. Mushroom mycelium as a sustainable high-protein food source: effects of submerged fermentation conditions on mycoprotein production and mycelial morphology //Sustainable Food Technology. – 2026.

2. Qin G. et al. Analysis of heavy metal characteristics and health risks of edible mushrooms in the mid-western region of China //Scientific reports. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 26960.

3. Ronda O. et al. Accumulation of radioisotopes and heavy metals in selected species of mushrooms //Food chemistry. – 2022. – Т. 367. – С. 130670.

4. Русанова, Е. И. Влияние углеродных и азотных источников питания на эффективность культивирования *Pleurotus ostreatus* в лабораторных условиях / Е. И. Русанова // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Оренбург, 19 июня 2025 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2025. – С. 123-129.

5. ГОСТ Р 55447-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома, олова методом атомно-абсорбционной спектроскопии : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2014-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 20 с.

РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., РУСАНОВА Е.Е., НАПРЕЕВ К.С.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

email: seregey050503@mail.ru

RYAZANOV S.S., BALABA A.D., RUSANOVA E.E., NFPREEV K.S.

**MAIN DIRECTIONS OF INDUSTRIAL PROCESSING OF
SECONDARY DAIRY RAW MATERIALS**

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

email: seregey050503@mail.ru

Аннотация: Проблема полного и разумного использования молока актуальна для всех стран мира. Суть этой проблемы кроется в особенностях обычных технологий производства молочных продуктов. Когда мы сепарируем молоко, делаем сметану, сливочное масло, натуральные сыры, творог или молочный белок, то неизбежно получают побочные продукты. Это обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка. Раньше эти компоненты считались просто отходами производства, но сейчас в современной терминологии их называют «вторичное молочное сырьё». Такое изменение в названиях показывает, что мы стали по-новому относиться к ценности этих продуктов. На самом деле они сохраняют в себе большую часть питательных веществ исходного молока, поэтому их можно эффективно перерабатывать в самые разные вещи. Например, в пищевые продукты, корма для животных, медицинские препараты и технические полуфабрикаты.

Ключевые слова: молочное сырьё, экология, сыворотка, пахта, технология.

Abstract: The problem of using milk completely and rationally is relevant all over the world. The essence of this problem lies in the specific features of traditional dairy production technologies. When we separate milk, make sour cream, butter, natural cheeses, cottage cheese, or milk protein, we inevitably get by products. These are skim milk, buttermilk, and whey. Previously, these components were simply considered production waste, but now in modern terminology they are called "secondary dairy raw materials". This change in names shows that we have started to treat the value of these products differently. In fact, they retain most of the nutrients of the original milk, so they can be efficiently processed into many different things. For example, food products, animal feed, medical preparations, and industrial semi finished goods.

Keywords: dairy raw materials, ecology, whey, buttermilk, technology.

Цель исследования. Чтобы производство стало безотходным сегодня, нужно наладить промышленную переработку вторичных ресурсов и грамотно продавать то, что из них получается.

Мировой опыт показывает, что, если перерабатывать вторичное молочное сырьё комплексно, можно не только сделать молочное производство более выгодным, но и решить важные социальные и экологические проблемы. Экономически это выгодно, потому что оборудование для переработки побочных продуктов окупается за счёт выпуска дополнительной продукции, которая пользуется спросом. Плюс ко всему, использование вторичного сырья позволяет расширить ассортимент без закупок дополнительного основного сырья.

Материалы и методы исследования. Из молочной сыворотки можно делать тонизирующие напитки. Для этого используется брожение или сквашивание, а также добавление экстрактов трав и соков. Технология может включать либо спиртовое брожение, либо молочнокислое, так что получаются напитки с разными вкусами, запахами и разной полезностью. Особенно интересны напитки на сыворотке с добавлением экстрактов лекарственных растений, например зверобоя, мяты, Melissa, шиповника или ромашки. Они не только освежают, но и полезны для здоровья. Если добавить в такой напиток углекислый газ (сатурация), он становится ещё более освежающим, и люди охотнее его покупают, особенно летом. Также уже разработаны технологии производства сывороточных напитков, которые могут долго храниться. Это позволяет делать их в регионах, где развито сыроделие, и поставлять в другие области [3].

Ещё одно важное направление – это интенсивная технология получения молочного сахара. Она позволяет увеличить выход продукта в полтора раза, а то и в 1.6 раза, и при этом снизить энергозатраты в 2.0 2.5 раза. Современные методы переработки сыворотки основаны на мембранных технологиях, таких как ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос. Эти методы дают возможность разделять сыворотку на отдельные компоненты с высокой чистотой. Молочный сахар, полученный из сыворотки, широко используется в фармацевтике (как наполнитель для таблеток), в производстве детского питания, в микробиологической промышленности (как часть питательных сред), а также в пищевой промышленности для изготовления сладостей, сгущённого молока и других продуктов.

Кроме того, разрабатываются ресурсосберегающие технологии для создания пробиотических заменителей цельного молока на основе сыворотки. Такие продукты используются для кормления молодняка сельскохозяйственных животных. Это позволяет сильно сэкономить цельное молоко, которое идёт на пищевые нужды. Технология производства таких заменителей включает ферментацию сыворотки с помощью пробиотических культур, добавление витаминно-минеральных

премиксов, жировых компонентов и стабилизаторов структуры. В итоге получается продукт, который по питательности почти как цельное молоко, но стоит намного дешевле, и при этом помогает утилизировать большие объёмы сыворотки.

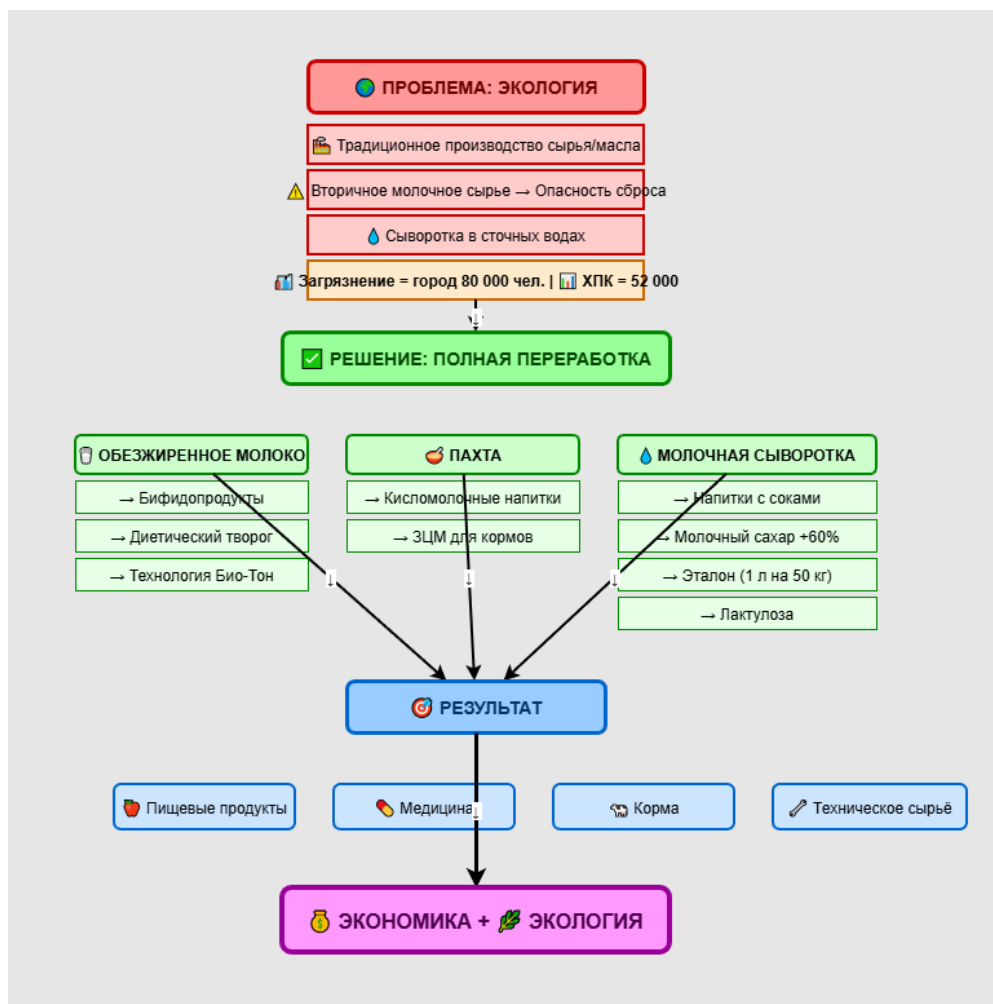


Рисунок 1 – Классификация продуктов из вторичного молочного сырья

Продукты из вторичного молочного сырья классифицируют в зависимости от того, какие исходные компоненты использовались, как показано на рисунке 1. Выделяют несколько групп: продукты только из обезжиренного молока, только из пахты, только из молочной сыворотки, а также из смесей обезжиренного молока с пахтой и из комбинаций этих смесей с сывороткой. Такая классификация полезна на практике, потому что она помогает стандартизировать технологии и разрабатывать нормативные документы для разных групп продуктов. Для каждого вида сырья есть свои оптимальные способы переработки, которые учитывают его физико-химические свойства и биологическую ценность [1].

Самые ценные с точки зрения питательности это те продукты, которые позволяют полностью использовать сухие вещества обезжиренного молока. К ним относятся разные напитки, особенно кисломолочные и с добавками. Технология их производства включает сквашивание разными культурами молочнокислых бактерий, а также обогащение витаминами, минералами и пищевыми волокнами. Если использовать современные методы гомогенизации и ультрапастеризации, можно получить продукты, которые долго хранятся и при этом сохраняют все полезные свойства свежего обезжиренного молока [4].

Казеинаты, копреципитаты и концентраты сывороточных белков применяются в мясной, хлебопекарной и кондитерской промышленности. Они повышают биологическую ценность готовых продуктов, улучшают их структуру и вкус. В последние годы вырос спрос на изоляты сывороточных белков. Их используют для производства спортивного питания и специальных продуктов для людей, которые испытывают повышенные физические нагрузки.

Пахта, в свою очередь, служит основой для создания лечебных продуктов с низкой калорийностью. Это могут быть напитки, сгущённые и сухие концентраты, а также продукты для детского питания и высокобелковые добавки. Если добавлять пахту в детское питание, оно обогащается фосфолипидами, которые очень важны для нормального развития нервной системы и мозга. Сухая пахта используется в хлебопечении и кондитерском деле как улучшитель: она повышает пищевую ценность и делает структуру изделий лучше [2].

Особого внимания заслуживает необходимость полностью перерабатывать молочную сыворотку. Дело не только в экономической выгоде от выпуска новой продукции. Есть ещё и острая потребность в охране окружающей среды. Если сливать сыворотку в сточные воды, это наносит огромный вред водоёмам. По уровню загрязнения это сравнимо с воздействием бытовых стоков крупного города. В сыворотке много органических веществ, таких как лактоза, белки и липиды. Из-за этого микроорганизмы в воде начинают активно потреблять кислород, что приводит к заморам рыбы и разрушению водных экосистем.

Результаты исследования и их обсуждение. Если использовать все компоненты сыворотки полностью, можно производить как продукты для прямого употребления (напитки, сыры, мороженое), так и продукты с длительным хранением (сухие и сгущённые концентраты). Особое место занимают сывороточные сыры, например рикотта, бруноста и мизост. Их производство позволяет эффективно использовать те сывороточные белки, которые не были извлечены при изготовлении основных сыров. Мороженое на основе сыворотки получается с нежной консистенцией и меньшей калорийностью, но при этом сохраняет высокие вкусовые качества. Сгущённые концентраты сыворотки используют в хлебопечении,

кондитерской промышленности, а также при производстве соусов и заправок.

Выводы. В мире насчитывается больше тысячи наименований такой продукции, и ассортимент продолжает расти. Самые новые разработки направлены на создание продуктов с заданными функциональными свойствами. Например, их обогащают пробиотиками, пребиотиками, витаминами, минералами и полиненасыщенными жирными кислотами. Развитие биотехнологических методов позволяет получать из сыворотки такие ценные продукты, как органические кислоты, аминокислоты, ферменты и бактериальные полисахариды. Всё это делает переработку сыворотки не только необходимой с экологической точки зрения, но и экономически оправданной. Предприятия получают дополнительную прибыль и одновременно решают важные экологические задачи.

Список литературы

1. Нежданова, Е. Л. Классификация и технология переработки вторичного молочного сырья. Пахта / Е. Л. Нежданова, А. А. Мустафина, О. В. Чепуштанова // Молодежь и наука. Биотехнологии и пищевая промышленность: сборник статей конференции, Екатеринбург, 17–19 марта 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 287-290. – EDN WYYHQL.

2. Зарицкая, В. В. Практические аспекты переработки пахты как вторичного молочного белкового сырья / В. В. Зарицкая, А. М. Дикальчук // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28–29 марта 2019 года. Том II. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 145-148. – EDN OHASGK.

3. Мартынова, П. С. Классификация вторичного молочного сырья по требованиям действующего стандарта / П. С. Мартынова, О. В. Чепуштанова // Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства: сборник тезисов круглого стола, Екатеринбург, 15 декабря 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 131-132. – EDN LOPPLS.

4. Боброва, А. В. Актуальность дисциплины «Рациональное использование сырья» в условиях внедрения инновационных технологий молочной промышленности / А. В. Боброва // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы VII Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина, Вологда, 23 октября 2025 года. – Вологда: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2025. – С. 27-29. – EDN JTQRXU.

**РЯЗАНОВ С.С., БАЛАБА А.Д., РУСАНОВА Е.Е., НАПРЕЕВ К.С.
НИТРАТЫ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
e-mail: seregey050503@mail.ru*

**RYAZANOV S.S., BALABA A.D., RUSANOVA E.E., NAPREEV K.S.
NITRATES IN AGRICULTURAL PRODUCTS AND THEIR IMPACT
ON HUMAN HEALTH**

*Kemerovsky State University, Kemerovo
e-mail: seregey050503@mail.ru*

Аннотация: В современном агропромышленном производстве минеральные удобрения занимают ключевое место, но их применение требует строгого соблюдения установленных норм. Накопление нитратов в растительной продукции сверх допустимых пределов происходит не только из-за избыточного внесения азотных подкормок. Большую роль здесь играют такие факторы, как плохая освещённость, нарушение баланса питательных веществ в почве, несвоевременная уборка урожая, а также сортовые и видовые особенности культур. Агротехнические приёмы и экологические условия тоже существенно влияют на то, сколько нитратов накапливается в растениях.

Ключевые слова: нитриты, токсины, дефицит, азотный метаболизм, азотное питание.

Abstract: Mineral plant nutrients hold a key place in modern agro-industrial production, but their use requires strict compliance with established standards. The accumulation of nitrates in plant products beyond the permissible limits is not only due to excessive application of nitrogen supplements. An important role here is played by such factors as poor lighting, imbalance of nutrients in the soil, untimely harvesting, as well as varietal and specific features of crops. Agrotechnical techniques and environmental conditions also significantly affect how much nitrate accumulates in plants.

Key words: nitrites, toxins, deficiency, nitrogen metabolism, nitrogen nutrition.

Цель исследования: анализ причин накопления нитратов в растениеводческой продукции, оценке влияния этих соединений на здоровье человека, а также в определении основных путей профилактики нитратного загрязнения.

Нитраты и нитриты представляют собой природные компоненты растительного метаболизма. Азот входит в число ключевых элементов, без которых невозможно нормальное функционирование растительного организма. Растения получают его из почвы главным образом в виде

нитратных и аммонийных солей, которые служат равноценными источниками азотного питания. В почве органические и минеральные азотсодержащие вещества в процессе нитрификации превращаются в нитраты, и именно они формируют основной запас азота для питания растений. Однако если бесконтрольно вносить удобрения в завышенных дозах и при этом не соблюдать сопутствующие условия, например при дефиците фосфора и калия или при нарушениях температуры и влажности, то нитраты начинают накапливаться в концентрациях, опасных для человека [1]. Основные пути поступления нитратов в растениеводческую продукцию показаны на рисунке 1.

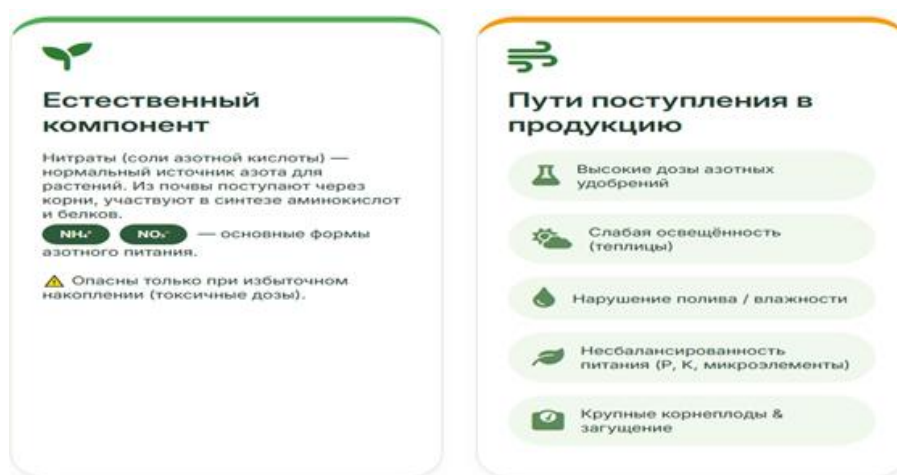


Рисунок 1 – Схема поступления нитратов в продукцию растениеводства

Экспериментально подтверждено, что овощи, выращенные в теплицах, содержат заметно больше нитритного азота по сравнению с культурами из открытого грунта. То, как активно накапливаются нитраты, напрямую зависит от формы азотных удобрений. Самые высокие уровни содержания дают нитратные формы, а вот аммонийные подкормки приводят к меньшему накоплению. Также имеют значение густота посадки и размеры корнеплодов. Крупные экземпляры моркови или свёклы накапливают нитраты активнее, чем мелкие. При загущенных посевах обычно формируются некрупные корнеплоды, и содержание токсичных элементов в них ниже [2].

Немаловажным фактором выступают физические и механические свойства почвы. На тяжёлых суглинистых грунтах нитраты накапливаются сильнее, чем на лёгких хорошо дренируемых почвах. Режим полива тоже вносит свой вклад: если поливать слишком обильно, нитрат-ионы вымываются за пределы корнеобитаемого слоя. Дополнительно усиливают накопление вредных соединений поражение растений болезнями, повреждение насекомыми-вредителями, а также особенности обработки

почвы перед посевом [3]. Токсичное действие нитратов и нитритов на организм человека проиллюстрировано на рисунке 2.

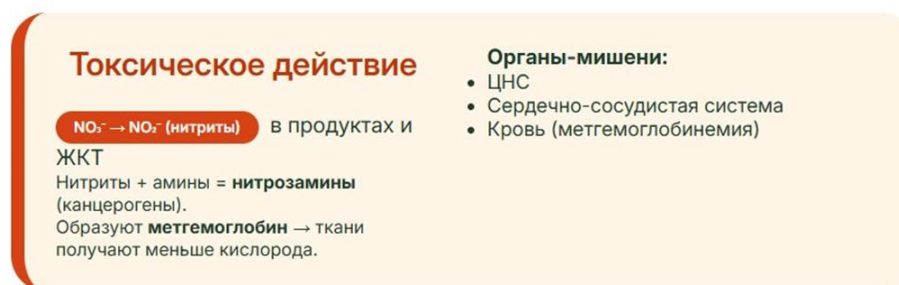


Рисунок 2 – Схема токсического воздействия нитратов и нитритов на организм человека

Токсическое действие нитратов и продуктов их распада связано в первую очередь с тем, что они нарушают способность крови переносить кислород. Под влиянием этих соединений железо в составе гемоглобина окисляется из двухвалентной формы в трёхвалентную, в результате чего образуется метгемоглобин. Он не может связывать и переносить кислород. Возникающая при этом кислородная недостаточность тканей отрицательно сказывается на работе всех органов и систем, особенно нервной и сердечно-сосудистой. Больше всего от этого страдают маленькие дети, пожилые люди, беременные женщины, а также те, кто уже имеет заболевания дыхательной или сердечно-сосудистой системы [4].

Материалы и методы исследования. В основе данной обзорной работы лежит анализ научной литературы и экспериментальных данных по проблеме нитратов в растениеводческой продукции. Рассматривались исследования, посвящённые влиянию азотных удобрений на качество овощей, фруктов и кормовых культур, а также работам о факторах, усиливающих накопление нитратов, таких как недостаток освещения, дисбаланс питательных веществ в почве, несвоевременная уборка урожая, сортовые особенности, тип почвы, режим орошения и повреждение растений вредителями. Также изучались публикации о механизмах токсического действия нитратов и нитритов на организм человека, включая образование метгемоглобина и канцерогенных нитрозаминов. Отдельное внимание уделено способам профилактики нитратного загрязнения, в том числе сбалансированному применению макро- и микроудобрений, а также контролю содержания нитратов на всех этапах производства.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ показал, что полностью исключить нитраты из растительной продукции невозможно, потому что они являются естественными участниками азотного обмена растений. За долгую эволюцию организм человека приспособился к обезвреживанию определённых количеств этих соединений. Поэтому

главная задача заключается не в том, чтобы убрать нитраты совсем, а в том, чтобы ограничить их поступление до безопасных уровней, не превышающих установленные нормативы. Минеральные и органические удобрения становятся опасными только тогда, когда нарушаются правила их хранения и внесения. Решающим фактором получения качественной и безопасной продукции выступает повышение общей культуры земледелия.

В плане профилактики нитратного загрязнения очень важна обеспеченность почв микроэлементами. Если не хватает металлов, которые служат кофакторами фермента нитратредуктазы, а именно молибдена, железа, меди и марганца, то процессы восстановления нитратов и превращения азота в органические соединения сильно замедляются. Насколько эффективно сработают микроудобрения, зависит от комплекса факторов, включая почвенно-климатические условия, исходное содержание элементов в почве и особенности применяемых систем удобрения.

Выводы. На основе проведённой работы можно сделать следующие выводы. Комплексный подход к решению нитратной проблемы должен включать несколько ключевых направлений. Самое важное это строго соблюдать научно обоснованные нормы внесения азотных удобрений с учётом типа почвы, климатических условий и биологических особенностей каждой культуры. Необходимо сбалансированно применять макро- и микроудобрения, особенно те элементы, которые участвуют в азотном обмене растений. Крайне важно организовать систематический контроль содержания нитратов на всех этапах, от производства до продажи продукции. Реализация этих мер позволит получать экологически безопасную продукцию и свести к минимуму риски для здоровья населения. Перспективными направлениями также являются выведение сортов и гибридов, которые по своей природе слабо накапливают нитраты, а также совершенствование способов хранения и кулинарной обработки, помогающих снижать содержание токсикантов в пище.

Список литературы

1. Степанова, С. А. Оценка динамики преобразования азотсодержащих удобрений в нитраты / С. А. Степанова, Г. В. Симонова // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, – № 1. – С. 139-146.
2. Вронская, О. О. Интродукция редких и исчезающих видов в Кузбасском ботаническом саду / О. О. Вронская, Т. В. Роднова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2019. – № 18. – С. 566-569.
3. Коренькова, А. Ю. Оценка содержания нитратов и нитритов в почвах города Омска и Омской области / А. Ю. Коренькова // Экологические проблемы региона и пути их разрешения. Омск: Омский государственный технический университет, 2022. – С. 40-42.

4. Питание и иммунитет / А. Т. Быков, Т. Н. Маляренко, Ю. М. Амбалов, Е. А. Смирнова // Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал. – 2022. – № 1(80). – С. 47-58.

СЕМЕНЧЕНКО Ю. К., БОГДАНОВА Н. В.
**АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭТАНОЛЬНЫХ
ЭКСТРАКТОВ ТМИНА ОБЫКНОВЕННОГО**

*Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета,
Республика Беларусь, г. Минск
e-mail: semenchenko10.04@gmail.com*

SEMENCHENKO Y. K., BOGDANOVA N. V.
**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF
CARAWAY**

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: semenchenko10.04@gmail.com*

Аннотация: в условиях роста устойчивости бактерий к антибиотикам поиск новых антимикробных средств растительного происхождения является актуальной задачей. Изучена антибактериальная активность этанольных экстрактов семян тмина обыкновенного трёх производителей (Беларусь, Россия, Финляндия) в отношении *S.aureus* и *E. Coli*, а также проведен анализ их компонентного состава методом тонкослойной хроматографии.

Ключевые слова: тмин обыкновенный, этанольные экстракты, тонкослойная хроматография, диско-диффузионный метод, антибактериальная активность.

Abstract: in the context of increasing bacterial resistance to antibiotics, the search for new antimicrobial agents of plant origin is a pressing issue. The antibacterial activity of ethanol extracts of caraway seeds from three manufacturers (Belarus, Russia, and Finland) against *S. aureus* and *E. coli* was studied, and their component composition was analyzed using thin-layer chromatography.

Keywords: caraway, ethanol extracts, thin-layer chromatography, disk diffusion method, antibacterial activity.

Цель исследования. Изучить антибактериальную активность этанольных экстрактов тмина обыкновенного в отношении

грамположительных (*Staphylococcus aureus*) и грамотрицательных (*Escherichia coli*) бактериальных культур.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служил порошок семян тмина обыкновенного трёх производителей (Беларусь, Россия, Финляндия). Этанольные экстракты получали путем экстракции 5 г порошка в 50 мл этанола на водяной бане при 70°C в течение 1,5–2 часов с последующим настаиванием [3].

Для разделения компонентов экстрактов использовали метод ТСХ на пластинках «Sorbfil» в системе растворителей н-бутанол–уксусная кислота–вода (10:3:7). Хроматограммы просматривали в УФ-свете при 365 и 254 нм. Коэффициент удержания (R_f) рассчитывали по формуле:

$$R_f = \frac{l_i}{L},$$

где l_i – расстояние, пройденное веществом от точки нанесения пробы до центра зоны; L – расстояние, пройденное элюентом от линии старта до линии фронта элюента за то же время.

Антибактериальную активность оценивали диско-диффузионным методом на среде Мюллера-Хинтона [2,4]. Бактериальные суспензии *S. aureus* и *E. coli* высевали газонным методом Дригальского. На поверхность агар помещали диски, пропитанные экстрактами (10 мкл на диск, пятикратно). Контроль – диски без вещества, а также с оксациллином (*S. Aureus*) и цефтриаксоном (для *E. Coli*). Чашки инкубировали 18-24 ч при 37°C, затем измеряли диаметры зон задержки роста.

Результаты исследования и их обсуждение. Методом тонкослойной хроматографии в этанольных экстрактах тмина обыкновенного было выявлено четкое разделение компонентов. При просмотре хроматограмм в УФ-свете при длине волны 254 нм наблюдался эффект гашения флуоресценции (темные пятна), что характерно для соединений флавоноидной природы [1,3]. При длине волны 365 нм выявлены зоны с интенсивной флуоресценцией в голубом и сине-белом спектрах, что свидетельствует о наличии фенолкарбоновых кислот и кумаринов [3,4].

На основании рассчитанных коэффициентов удержания и спектральных характеристик зон были идентифицированы три основные группы биологически активных веществ [3,4]:

1. Фенолкарбоновые кислоты и кумарины ($R_f = 0,76-0,85$)- характеризуются интенсивным голубым свечением в УФ-свете (365 нм). К данной группе отнесены феруловая, кофейная и хлорогеновая кислоты.

2. Флавоноидные гликозиды ($R_f = 0,45-0,73$)- проявляются в виде темных пятен поглощения при 254 нм или коричневатого-жёлтых зон при 365 нм. Представлены гликозидами кверцетина (кверцетрин, изокверцетрин, рутин) [1,3].

Высокополярные соединения ($R_f \approx 0,13$)- соответствуют дубильным веществам.

Полученные данные соответствуют литературным сведениям о химическом составе плодов *Carum carvi* и подтверждают наличие в экстрактах соединений, обладающих антибактериальной активностью [1,2].

Результаты диско-диффузионного анализа показали, что этанольные экстракты тмина обыкновенного обладают неодинаковой активностью в отношении исследуемых тест-культур (таблицы 1–2):

Таблица 1 – Антибактериальная активность этанольных экстрактов в отношении *S.aureus*

Бактерия	Контроль		Оксациллин		Этанольный экстракт (Беларусь)		Этанольный экстракт (Россия)		Этанольный экстракт (Финляндия)	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
<i>S. aureus</i>	0	R	20	S	13±1	R/S	12±0,58	R/S	11±0,57	R/S

Таблица 2 – Антибактериальная активность этанольных экстрактов в отношении *E. coli*

Бактерия	Контроль		Цефтриаксон		Этанольный экстракт (Беларусь)		Этанольный экстракт (Россия)		Этанольный экстракт (Финляндия)	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
<i>E. Coli</i>	0	R	30	S	11±1	R	11±1	R	8±1,15	R

Этанольные экстракты всех трёх производителей показали слабую или умеренную антибактериальную активность. В отношении *E. coli* зоны ингибирования составили 8–11 мм (резистентность), в отношении *S.aureus* 11–13 мм (умеренная активность). Значимых различий между экстрактами разного происхождения не выявлено.

Выводы. Результаты исследования антибактериальной активности этанольных экстрактов семян тмина обыкновенного показали, что грамположительные бактерии (*Staphylococcus aureus*) более чувствительны к исследуемым экстрактам по сравнению с грамотрицательными (*Escherichia coli*). В отношении *E. coli* все экстракты проявили резистентность (зоны ингибирования 8–11 мм). В отношении *S.aureus*

экстракты продемонстрировали умеренную или выраженную активность (зоны ингибирования 11-13 мм), достигая уровня чувствительности. Методом тонкослойной хроматографии в экстрактах идентифицированы фенолкарбоновые кислоты, кумарины, флавоноидные гликозиды и дубильные вещества. Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения этанольных экстрактов тмина обыкновенного в качестве вспомогательных антимикробных средств.

Список литературы

1. Bettaieb, I. Essential oils, phenolics and antioxidant activities of different parts of cumin (*Cuminum cyminum* L.) / I. Bettaieb, S. Bourgou, W. Aidi Wannes, I. Hamrouni, F. Limam, B. Marzouk // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2010. – Vol. 58. – P. 239–248.
2. De Martino, L. Chemistry, antioxidant, antibacterial and antifungal activities of volatile oils and their components / L. De Martino, V. De Feo, F. Fratianni, F. Nazzaro // *Natural Product Communications*. – 2009. – Vol. 4, № 12. – P. 1741–1750.
3. Nalini, N. Influence of spices on the bacterial (enzyme) activity in experimental colon cancer / N. Nalini, K.K. Sabitha, P. Viswanathan, V.P. Menon // *Journal of Ethnopharmacology*. – 1998. – Vol. 62. – P. 15–24.
4. Zheng, G.Q. Anethofuran, carvone, and limonene: potential cancer chemopreventive agents from dill weed oil and caraway oil / G.Q. Zheng, P.M. Kenney, L.K. Lam // *Planta Med*. – 1992. – Vol. 58. – P. 338–341.

СУХАНОВА И. М, ЯНИКЕЕВА Т. С.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
ФЕРМЕНТОВ В СОКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А.
Тимирязева, г. Москва
e-mail: Lifebe82@mail.ru*

SUHANOVA I.M., YANIKEEVA T.S.
**GENETICALLY MODIFIED ENZYMES FOR THE FRUIT-JUICE
INDUSTRY**

*Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow
e-mail: Lifebe82@mail.ru*

Аннотация: В обзоре рассмотрено применение генетически модифицированных ферментов и приведено сравнение их с базовыми штаммами-продуцентами, освещены преимущества и вопросы безопасного практического применения технологии в соковой промышленности.

Ключевые слова: генетически модифицированные ферменты, соковая промышленность, ферментные препараты, рекомбинантные ферменты, осветление сока, переработка сырья, пищевая биотехнология.

Abstract: The review examines the use of genetically modified enzymes and compares them with basic producer strains, highlighting the advantages and safety issues of their practical application in the juice industry.

Keywords: genetically modified enzymes, fruit-juice industry, enzyme preparations, recombinant enzymes, juice clarification, raw material processing, food biotechnology.

Актуальность: Одними из главных запросов пищевой промышленности является улучшение качества и выхода продукции. Применение штаммов-продуцентов с конкретными свойствами ферментов способствует интенсификации производства и улучшает эффективность переработки сырья в стабильных и контролируемых условиях.

Цель исследования. Изучить преимущества генетически модифицированных ферментов, продемонстрировать их большую эффективность и безопасность применения. Популяризация использования ГМО-ферментов.

Материалы и методы. Мы использовали научную литературу по теме генетической инженерии ферментов и соковой промышленности, проанализировали препараты на российском и зарубежном рынках.

Результаты исследования и их обсуждение. Фрукты и овощи содержат пектин, целлюлозу, гемицеллюлозу, из-за чего создаются высокая вязкость, затрудняется прессование и происходит помутнение соков.

Долгое время для решения этих проблем использовали стандартные ферменты: пектиназы, целлюлазы, гемицеллюлазы и амилазы. Однако в процессе работы проявляются значительные недостатки, такие как низкая продуктивность, нестабильность свойств, неустойчивость к среде и ложность выделения очистки фермента.

Хотя и традиционные, и рекомбинантные ферменты могут продуцироваться одним и тем же видом микроорганизмов (чаще всего *Trichoderma reesei* или *Aspergillus niger*) [1], генетические конструкции штаммов могут иметь различные копии целевого гена. ГМО-штамм несёт множество дополнительных копий, что влияет на выход фермента, плюс ко всему, можно создать штамм, содержащий конкретный, «чистый» фермент, а не их смесь в одном организме. Расчет количества внесенного препарата благодаря этому получается более точным.

Рассмотрим несколько примеров импортных препаратов от компании AB Enzymes. Анализ безопасности продукции проводился агентством оценки качества Европейского союза (EFSA).

Пектинлиаза из *Trichoderma reesei* RF6199 катализирует расщепление пектина по механизму β -элиминирования, снижая вязкость фруктовой мякоти даже в кислой среде соков. Благодаря ней выход готового сока увеличивается на 15–30% и продукт стабильно остается прозрачным [2]. EFSA подтвердила отсутствие жизнеспособных клеток ГММ (генетически модифицированных микроорганизмов) и их ДНК в конечном препарате, а также отсутствие генотоксичности, системной токсичности и значимого сходства с аллергенами [2]. В России фермент применяется в составе импортных ферментных композиций, но, к сожалению, собственного производства штамма пока что нет, хотя оно рассматривается как перспективное для импортозамещения.

Эндополигалактуроназа из *Trichoderma reesei* RF6197 гидролизует внутренние связи в пектиновой кислоте, из-за чего происходит быстрое разжижение фруктовой мякоти. Она очень эффективна на начальных этапах обработки сырья [3]. По оценке EFSA, фермент безопасен при использовании в производстве соков и вин, не содержит клеток-продуцентов и рекомбинантной ДНК, не проявляет токсичности [3].

Пектинэстераза из *Trichoderma reesei* RF6201 удаляет метильные группы с пектина, что способствует осаждению пектина и улучшает осветление сока [4]. В России данный штамм используется в импортных препаратах для тонкой очистки соков.

Фруктан- β -фруктозидаза из *Trichoderma reesei* AR-577 гидролизует фруктаны (инулин, леван) с высвобождением фруктозы [5]. Благодаря этому можно получать натуральные фруктозные сиропы из растительного сырья и регулировать сладость соков. EFSA подтвердила отсутствие клеток продуцента и ДНК, NOAEL (no-observed adverse effect level- доза, не оказывающая явного нежелательного действия) в 90-дневном исследовании

составил 1000 мг/кг/день, запас безопасности не менее 5495, совпадений с известными аллергенами не найдено [5]. В РФ фермент находится на начальной стадии внедрения крупными производителями.

Выводы. Таким образом, ГММ-ферменты являются перспективным инструментами повышения эффективности соковой промышленности, а их дальнейшее развитие в России и внедрение в технологический процесс открывает множество возможностей для интенсификации производства.

Список литературы

1. Frisvad J. C., Møller L. L. H., Larsen T. O., Kumar R., Arnau J. Safety of the fungal workhorses of industrial biotechnology: update on the mycotoxin and secondary metabolite potential of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, and *Trichoderma reesei* // Applied Microbiology and Biotechnology. 2018. Vol. 102. P. 9481–9515. URL: <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9354-1>
2. EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes and Processing Aids (CEP), Lambré C. et al. Safety evaluation of the food enzyme pectin lyase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain RF6199 // EFSA Journal. 2022. Vol. 20. No 12. P. e07675. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7675>
3. EFSA Panel on Food Enzymes (FEZ), Zorn H. et al. Safety evaluation of an extension of use of the food enzyme endo-polygalacturonase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain RF6197 // EFSA Journal. 2025. Vol. 23. No 5. P. e9416. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9416>
4. EFSA Panel on Food Enzymes (FEZ), Zorn H. et al. Safety evaluation of an extension of use of the food enzyme pectin esterase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain RF6201 // EFSA Journal. 2025. Vol. 23. No 5. P. e9417. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9417>
5. EFSA FEZ Panel (EFSA Panel on Food Enzymes), Zorn H., Barat Baviera J. M. et al. Safety evaluation of the food enzyme fructan β -fructosidase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain AR-577 // EFSA Journal. 2024. Vol. 22. No 12. P. e9124. URL: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9122>

¹ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К., ²ПОЛУЯНОВ А.М.
**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ
КОРНЕЙ ЩАВЕЛЯ КОНСКОГО И ОЦЕНКА ФАКТОРОВ,
ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫХОД БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ**

¹Медицинский Институт Каракалпакстана, г. Нукус

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Первый Московский государственный медицинский
университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения
Российской Федерации (Сеченовский Университет). Россия, г. Москва
e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

¹TLEUKABULOVA KH.K., ²POLUYANOV A.M.
**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING EXTRACTS
FROM HORSE HORSE'S ROOT AND EVALUATION OF FACTORS
AFFECTING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES**

¹Medical Institute of Karakalpakstan, Nukus

²Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "First
Moscow State Medical University named after I. M. Sechenov" of the Ministry of
Health of the Russian Federation (Sechenov University). 119991, Russia.
e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты разработки технологии получения экстрактов из корней щавеля конского (*Rumex confertus*). Проведен анализ факторов, влияющих на эффективность экстрагирования биологически активных веществ, включая степень измельчения сырья и выбор экстрагента. Результаты исследования подтверждают перспективность использования разработанной технологии в промышленной фармации.

Ключевые слова: щавель конский, экстракция, антраценпроизводные, биотехнология, экстракты

Abstract. The work presents the results of developing a technology for obtaining extracts from the roots of horsetail (*Rumex confertus*). An analysis of factors affecting the extraction efficiency of biologically active substances was conducted, including the degree of raw material grinding and the selection of an extractant. The research results confirm the prospects for using the developed technology in industrial pharmacy.

Keywords: horse sorrel, extraction, anthracene derivatives, biotechnology, extracts.

Введение. Лекарственное растительное сырье остается важным источником биологически активных соединений, используемых в фармацевтической практике. В последние годы наблюдается рост интереса

к разработке технологий получения растительных экстрактов, обладающих высокой эффективностью и безопасностью.

Щавель конский (*Rumex confertus*) содержит антраценпроизводные, флавоноиды и дубильные вещества, обуславливающие его фармакологическую активность. Особый интерес представляют технологии получения стандартизированных экстрактов, пригодных для дальнейшего использования в производстве лекарственных форм.

Цель исследования. Разработка технологии получения экстрактов из корней щавеля конского и оценка факторов, влияющих на выход биологически активных веществ.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили корни щавеля конского. В качестве экстрагента использовали 70% этиловый спирт. Сырье подвергали измельчению с последующим фракционированием. Для анализа влияния степени измельчения проводили ситовый анализ с выделением фракций различного размера. Экстракцию осуществляли фармакопейным методом. Полученные вытяжки анализировали по содержанию экстрактивных веществ и качественным характеристикам. Идентификацию антраценпроизводных проводили методом тонкослойной хроматографии. Количественное определение выполняли спектрофотометрическим методом и методом ВЭЖХ.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что степень измельчения сырья оказывает существенное влияние на выход экстрактивных веществ. Оптимальной является фракция с размером частиц 1–2 мм, обеспечивающая баланс между эффективной диффузией и сохранением структуры сырья.

Таблица 1 – Влияние степени измельчения на выход экстрактивных веществ

Фракция сырья	Экстрактивные вещества (%)
> 2 мм	0,75 ± 0,05
1–2 мм	0,97 ± 0,04
Смесь фракций	2,05 ± 0,05

Показано, что использование смеси фракций обеспечивает максимальный выход экстрактивных веществ, что связано с улучшением условий массопереноса. Выбор экстрагента также оказывает значительное влияние на эффективность процесса. Применение 70% этанола обеспечивает оптимальное извлечение антраценпроизводных благодаря сочетанию полярности растворителя. Методом ТСХ подтверждено наличие эмолина и хризофанола. При спектрофотометрическом анализе установлено стабильное содержание антраценпроизводных. Метод ВЭЖХ

позволил провести точную количественную оценку целевых соединений, что подтверждает воспроизводимость разработанной технологии.

Дополнительно установлено, что повышение температуры ускоряет процесс экстракции, однако чрезмерный нагрев может приводить к разрушению термолабильных соединений.

Таким образом, оптимальные условия включают:

- использование 70% этанола
- среднюю степень измельчения
- контролируемый температурный режим

Выводы

1. Разработана технология получения экстрактов из корней щавеля конского.
2. Установлено влияние степени измельчения сырья на выход БАВ.
3. Оптимальным экстрагентом является 70% этанол.
4. Подтверждено содержание антраценпроизводных методами ТСХ, спектрофотометрии и ВЭЖХ.
5. Разработанная технология может быть использована в промышленной фармации.

Список литературы

1. Куркин В.А. Лекарственные растения. – М., 2020.
2. Государственная фармакопея РФ. – 2018.
3. European Pharmacopoeia. – 2019.
4. Zhang Y. Plant extraction technologies. – 2021.
5. WHO. Medicinal plants research. – 2018.

¹ТРОФИМОВА Н. Б., ²ТОМИЛОВА Е. Л.
**ДВУХЭТАПНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОДУКТОВ С
ДЕТОКСИКАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

¹Кузбасский государственный аграрный университет, г. Кемерово, Россия

²Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

e-mail: Koptelovanat@yandex.ru

¹TROFIMOVA N.B., ²TOMILOVA E.L.
**A TWO-STEP COMPLEX OF PRODUCTS WITH DETOXIFICATION
PROPERTIES**

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

²Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

e-mail: Koptelovanat@yandex.ru

Аннотация: обоснована эффективность совместного применения двух биологически активных добавок направленного действия: биокомплекса-энтеросорбента с псиллиумом, растворимыми пищевыми волокнами и сеннозидами, а также очищающего и дренирующего биокомплекса на основе глицирризиновой кислоты, флавоноидов и полифенолов. БАД разработаны на основе растительного сырья и функциональных ингредиентов, исследованы по органолептическим, физико-химическим, санитарно-токсикологическим и микробиологическим показателям. Совместное и последовательное применение данных БАД может рассматриваться как перспективная нутритивная программа, направленная на комплексное очищение организма и улучшение пищеварения.

Ключевые слова: биологически активные добавки, очищение организма, энтеросорбент, псиллиум, пищевые волокна, сеннозиды, глицирризиновая кислота, флавоноиды, лимфодренаж, детоксикация.

Abstract: the effectiveness of the combined use of two targeted biologically active supplements has been substantiated: a biocomplex-enterosorbent with psyllium, soluble dietary fiber, and sennosides, as well as a cleansing and draining biocomplex based on glycyrrhizic acid, flavonoids, and polyphenols. These supplements were developed using plant-based raw materials and functional ingredients and tested for organoleptic, physicochemical, sanitary-toxicological, and microbiological properties. Combined and consistent use of these supplements can be considered a promising nutritional program aimed at comprehensive body cleansing and improved digestion.

Keywords: biologically active supplements, body cleansing, enterosorbent, psyllium, dietary fiber, sennosides, glycyrrhizic acid, flavonoids, lymphatic drainage, detoxification.

Цель исследования – обоснование возможности совместного применения двух специализированных биоконплексов растительного происхождения для комплексной поддержки процессов очищения организма, нормализации работы желудочно-кишечного тракта, улучшения дренажной функции и общего самочувствия человека.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования являлись два разработанных биологически активных комплекса: биоконплекс-энтеросорбент с псиллиумом, растворимыми пищевыми волокнами и сеннозидами, а также очищающий и дренирующий биоконплекс на основе глицирризиновой кислоты, флавоноидов и полифенолов. В качестве объектов исследования в исходных материалах указаны местное растительное сырье, лабораторные и опытные образцы разрабатываемой продукции. Для оценки применялись органолептические, физико-химические и статистические методы.

Результаты исследования и их обсуждение. Совместное применение двух биологически-активных добавок (БАД) отражает двухэтапный последовательный подход к очищению организма. Первый этап связан с поддержкой кишечника. Функциональная ценность БАД определяется сочетанием нескольких групп ингредиентов. Псиллиум и камеди впитывают воду, набухают и образуют гелеобразную структуру, способствующую мягкому продвижению кишечного содержимого. Сеннозиды обеспечивают стимуляцию моторики кишечника, а лопух, пектин, свекла, алоэ, мята, укроп и ромашка дополняют действие комплекса за счет поддержки пищеварения, уменьшения газообразования, улучшения перистальтики и создания условий для восстановления нормальной микрофлоры. БАД содержит значительную долю пищевых волокон: содержание растворимых пищевых волокон составило 63,4%, содержание сеннозидов - 0,4%, массовая доля влаги - 8,4%.

Второй этап программы связан с применением очищающего и дренирующего БАД. Его рецептура построена вокруг компонентов с диуретической, желчегонной, противовоспалительной, антиоксидантной направленностью. Солодка является источником глицирризиновой кислоты и рассматривается как компонент, поддерживающий противотоксическое действие и лимфоотток. Хвощ, береза и клюква усиливают дренажную направленность за счет поддержки мочевыделительной системы. Солянка холмовая, володушка, свекла и лопух улучшают обмен веществ. Каштан конский, зеленый чай, мята и бромелайн дополняют комплекс за счет влияния на микроциркуляцию, антиоксидантную защиту и пищеварение. Физико-химические исследования БАД подтвердили наличие функционально значимых веществ: содержание глицирризиновой кислоты составило 0,55%, флавоноидов в пересчете на рутин - 0,06%, полифенолов - 0,21%, массовая доля влаги - 7,4%.

По санитарно-токсикологическим и микробиологическим показателям оба биокомплекса характеризуются соответствием требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по микробиологическим, токсикологическим и другим показателям безопасности.

Совместное применение двух продуктов представляется наиболее эффективным за счет их взаимодополняющей функциональной направленности. Энтеросорбент работает преимущественно на уровне кишечника: способствует механическому очищению, нормализации стула, связыванию и выведению нежелательных веществ, уменьшению дискомфорта в желудочно-кишечном тракте. Дренирующий биокомплекс подключает системный уровень поддержки: печень, почки, лимфатическую систему, антиоксидантную защиту и обмен веществ.

Особое значение имеет наличие в обеих рецептурах компонентов, поддерживающих микробиоценоз кишечника: псиллиум, пектин, гуаровая и ксантановая камеди, фруктоолигосахариды и гуммиарабик, а также растительные экстракты, способствующие более комфортному пищеварению. Такая комбинация позволяет рассматривать программу не только как кратковременное очищение, но и как способ мягкой нутритивной поддержки кишечной микрофлоры и пищеварительных функций.

Выводы. Разработанные БАД можно рассматривать как элементы единой нутритивной программы: первый продукт обеспечивает мягкое кишечное очищение и поддержку микробиоты, второй - дренажную, метаболическую, антиоксидантную и общеукрепляющую поддержку. Их совместное применение может способствовать улучшению самочувствия, уменьшению субъективных проявлений интоксикации, поддержке пищеварения и более эффективной работе естественных систем очищения организма.

Список литературы

1. Австриевских, А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения: монография / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, Н.Г. Челнакова, В.М. Позняковский; под общей редакцией проф. В.М. Позняковского – Москва: ИНФРА-М, 2022 – 414 с.
2. Попова, О. С. Оценка современных энтеросорбентов: возможности и перспективы / О. С. Попова // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2023. – № 2. – С. 76-79. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2023.2.76. – EDN SNZCIA.
3. Установление регулируемых технологических параметров производства для формирования качества и безопасности специализированного продукта / А. А. Кислицын, Н. Б. Трофимова, А. Н.

Австриевских, В. М. Позняковский // АПК России. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 431-435. – EDN IHYXWZ.

ФЕОФИЛАКТОВА О.В.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРО-, ПРЕ- И МЕТАБИОТИКОВ
В ТЕХНОЛОГИИ ФОРТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ**

*Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург
e-mail: feofiov@usue.ru*

FEOFILAKTOVA O.V.

**PRACTICAL APPLICATION OF PRO-, PREBIOTICS, AND
METABIOTICS IN FOOD SYSTEM FORTIFICATION TECHNOLOGY**

*Ural State University of Economics, Yekaterinburg
e-mail: feofiov@usue.ru*

Аннотация: В статье представлен анализ современных трендов в области разработки и производства функциональных продуктов питания, обогащённых про-, пре- и метабактериальными. Рассмотрены научные и технологические предпосылки перехода от традиционных ферментированных продуктов к высокотехнологичным решениям, направленным на модуляцию микробиома человека.

Ключевые слова: пробиотики, пребиотики, метабактериальности, микробиом, функциональные продукты питания, разработка рецептур.

Abstract: The article presents an analysis of current trends in the development and production of functional food products enriched with pro-, pre-, and metabiotics. The scientific and technological prerequisites for the transition from traditional fermented products to high-tech solutions aimed at modulating the human microbiome are examined.

Keywords: probiotics, prebiotics, postbiotics, microbiome, functional foods, formulation development.

В последние десятилетия наблюдается глобальный пересмотр подходов к питанию и здоровью человека. Ключевую роль в этом процессе играет микробиом. Современные научные данные убедительно доказывают, что состояние микробиома напрямую связано с функционированием иммунной системы, метаболизмом, психоэмоциональным состоянием и даже продолжительностью жизни. Нарушение баланса микробиоты ассоциировано с широким спектром заболеваний: от ожирения и диабета 2-го типа до нейродегенеративных расстройств и аутоиммунных патологий.

Параллельно с этим происходит технологическая революция в пищевой промышленности. Традиционные методы ферментации, веками использовавшиеся для консервации и улучшения вкусовых качеств пищевых продуктов, сегодня переосмысливаются с точки зрения их биологической ценности. На смену эмпирическим подходам приходят высокотехнологичные решения, основанные на глубоком понимании биохимических процессов и целенаправленном использовании стартовых культур микроорганизмов.

Цель исследования – анализ современных трендов в исследованиях и производстве функциональных пищевых систем с про-, пре- и метабактериями, а также оценка перспектив их развития.

Материалы и методы исследования. В исследовании использовались научные публикации (Scopus, Web of Science, PubMed, eLibrary), патентные базы (ФИПС, Espacenet, USPTO), отчеты аналитических агентств (Intel, Grand View Research, Euromonitor International), нормативные документы (ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р 52349-2005).

Применялись методы систематического обзора литературы, контент- и сравнительного анализа. Объектами исследования являлись сладкие блюда, обогащенные метабактериями.

Результаты исследования и их обсуждение. Фокус научных исследований в области пробиотиков до сегодняшнего дня был сосредоточен на выживаемости микроорганизмов в процессе производства и хранения пищевых продуктов. Сегодня акцент смещается на функциональные свойства пищевых систем и их влияние на здоровье человека [1, 2].

Расширение ассортимента пищевых продуктов с пробиотиками в настоящее время осуществляется за счет растительных аналогов йогурта и кефира - ферментированные овсяные, миндальные, соевые напитки; соковой продукции и смузи; кондитерских изделий, например, батончиков со спорами *Bacillus coagulans*; хлебобулочных изделий, изготавливаемых на заквасках на основе *Lactobacillus*; снековой продукции (чипсы, крекеры с добавлением пробиотических порошков); а также специализированных продуктов для питания детей, спортсменов, беременных женщин [3, 4, 5, 6, 7].

Научные тренды в исследованиях пребиотиков характеризуются переходом от общих пребиотиков к таргетным.

Пребиотики (инулин, олигофруктоза) широко используются в производстве пищевых продуктов как текстурирующие агенты и заменители сахара или жира, одновременно придавая продукту функциональные свойства. Их добавляют в хлеб, печенье, мороженое, соусы, мясные продукты. Ключевым сегментом рынка является детское питание. Галактоолигосахариды и фруктоолигосахариды стали

обязательным компонентом современных молочных смесей, приближая их состав к грудному молоку [8, 9, 10].

Современные тенденции научных исследований в сфере метабитиков сосредоточены на выявлении и описании основных биоактивных компонентов, обеспечивающих полезные физиологические эффекты. Методы метаболомического анализа применяются для подробного изучения разнообразия низкомолекулярных веществ, синтезируемых пробиотическими микроорганизмами. Среди наиболее перспективных метаболитов, имеющих потенциальное нутрицевтическое значение, выделяются короткоцепочечные жирные кислоты (например, бутират), ароматические производные (такие как индолпропионовая кислота), а также высокомолекулярные образования типа экзополисахаридов и бактериоцинов [11, 12].

Научные исследования сегодня направлены на изучение механизмов воздействия метабитиков на организм человека. Они могут выступать лигандами для рецепторных белков человека, например, короткоцепочечные жирные кислоты, индольные соединения и компоненты клеточной оболочки бактерий активируют соответствующие рецепторы (GPR41, GPR43, AhR, TLR), запуская последовательную передачу сигналов внутри клетки [13].

Также проводятся исследования безопасности парaproбиотиков – неактивных форм микроорганизмов и отсутствие у них выраженных иммунореактивных свойств. Отдельный интерес представляют фармакокинетические характеристики низкомолекулярных метаболитов, в т.ч. процессы их всасывания, распределения и метаболизма в организме. Результаты данных исследований важны с точки зрения возможности воспроизводства функциональных особенностей сложнокультивируемых или строгих анаэробов, например, вида *Faecalibacterium prausnitzii*, для использования устойчивых и безопасных продуктов их жизнедеятельности в составе пищевых добавок [14].

Рынок продуктов, обогащенных метабитиками, находится на стадии зарождения, но обладает значительным потенциалом. Первыми стали применяться лекарственные формы и БАДы, например, бутират кальция и магния «Закофальк» и концентрат микробных метаболитов «Хилак Форте». Однако, уже ведутся исследования по разработке технологий инкапсулирования бутирата или ацетата для обогащения хлеба, напитков и спортивного питания; по использованию теплоинактивированных биомасс лактобактерий или дрожжей в технологии продуктов с длительным сроком годности или подвергающихся термообработке; по использованию низина и других бактериоцинов с целью подавления патогенов в сырах, мясных и рыбных продуктах, а, следовательно, увеличения срока их годности [15].

Автором совместно со студентом на кафедре технологии питания УрГЭУ были разработаны и научно обоснованы рецептуры двух

функциональных сладких блюд на основе регионального уральского сырья: киселя из моркови и десерта из клюквы, обогащенных метабитами «Хилак-форте» и «Эуфлорин плюс эксклюзив» [16].

По результатам органолептического анализа наиболее оптимальными были признаны рецептуры с содержанием метабита в количестве 1,1 г на 100 г продукта, демонстрирующие наиболее высокие и сбалансированные характеристики по всем дескрипторам. Внедрение разработанных блюд в меню предприятий общественного питания, санаториев и профилакториев будет способствовать расширению ассортимента продуктов здорового питания, предназначенных для профилактики дисбиозов.

Анализ современных трендов в исследованиях и производстве функциональных продуктов с про-, пре- и метабитами позволяет сделать следующие выводы.

Рынок продуктов, обогащенных ингредиентами, способствующими модуляции микробиома, меняется по направлению от простого добавления живых культур к применению сложных, наукоемких решений в технологии пищевых систем. Метабиты становятся ключевым драйвером инноваций, за счет преодоления главных ограничений применения пробиотиков — нестабильности и непредсказуемости их действия *in vivo*. Симбиоз пищевых технологий, метаболитики и микробиологии будет способствовать созданию нового поколения функциональных пищевых продуктов с заданными свойствами, эффективность которых обусловлена механизмом молекулярного взаимодействия между микробными метаболитами и организмом человека.

Список литературы

1. Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2019 Oct;16(10):605-616. doi: 10.1038/s41575-019-0173-3. Epub 2019 Jul 11. Erratum in: *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2019 Oct;16(10):642. doi: 10.1038/s41575-019-0199-6. PMID: 31296969.
2. Vallianou NG, Kounatidis D, Tsilingiris D, Panagopoulos F, Christodoulatos GS, Evangelopoulos A, Karampela I, Dalamaga M. The Role of Next-Generation Probiotics in Obesity and Obesity-Associated Disorders: Current Knowledge and Future Perspectives. *Int J Mol Sci*. 2023 Apr 4;24(7):6755. doi: 10.3390/ijms24076755. PMID: 37047729; PMCID: PMC10095285.
3. Миллер, Ю. Ю. Концептуальный подход к разработке ферментированных зерновых напитков / Ю. Ю. Миллер // Пиво и напитки. — 2023. — № 3. — С. 11-16. — DOI 10.52653/PIN.2023.03.03.003. — EDN XDFBRT.

4. Бурак, Л. Ч. Перспективы производства фруктовых соков с пробиотиками / Л. Ч. Бурак // The Scientific Heritage. – 2025. – № 159(159). – С. 124-135. – DOI 10.5281/zenodo.15292407. – EDN LBJOAP.
5. Карельская, С. Кондитерские изделия с пробиотиками / С. Карельская // Хлебопечение/ Кондитерская сфера. – 2015. – № 1(58). – С. 18-19. – EDN ZMQZZL.
6. Камартдинова Д.Р., Китаевская С.В., Решетник О.А., Тюрин М.Ю. Перспективы применения заквасок молочнокислых бактерий в технологии зернового хлеба из полбы // Индустрия питания|Food Industry. 2025. Т. 10, № 2. С. 46–56. DOI: 10.29141/2500-1922-2025-10-2-5. EDN: PDUSTC.
7. Szydłowska, A., Siwińska, J., & Kołożyn-Krajewska, D. (2021). Cereal-based vegan desserts as container of potentially probiotic bacteria isolated from fermented plant-origin food. *CyTA - Journal of Food*, 19(1), 691–700. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1963320>
8. Tochio T, Kadota Y, Tanaka T, Koga Y. 1-Kestose, the Smallest Fructooligosaccharide Component, Which Efficiently Stimulates *Faecalibacterium prausnitzii* as Well as *Bifidobacteria* in Humans. *Foods*. 2018 Sep 1;7(9):140. doi: 10.3390/foods7090140. PMID: 30200390; PMCID: PMC6164784.
9. Fernandes A, Nair A, Kulkarni N, Todewale N, Jobby R. Exploring Mushroom Polysaccharides for the Development of Novel Prebiotics: A Review. *Int J Med Mushrooms*. 2023;25(2):1-10. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2022046837. PMID: 36749052.
10. Shi X, Zhang Q, Yang J, Huang R, Ge Y, Wang J, Chen G. Simultaneous extraction of oil, protein and polysaccharide from *Idesia polycarpa* Maxim cake meal using ultrasound combined with three phase partitioning. *Ultrason Sonochem*. 2024 Nov;110:107043. doi: 10.1016/j.ultsonch.2024.107043. Epub 2024 Aug 24. PMID: 39186918; PMCID: PMC11396072.
11. Islam, F., Azmat, F., Imran, A., Zippi, M., Hong, W., Tariq, F., ... Suleria, H. A. R. (2024). Role of postbiotics in food and health: a comprehensive review. *CyTA - Journal of Food*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2024.2386412>
12. Al-Samawi AM, El-Shaibany A, Abdelkhalek AS, Alburyhi MM, Elaasser MM, Raslan AE. Metabolite Profiling and Toxicity, Antioxidant, and Antitumor Evaluation of *Micromeria biflora* Aerial Parts Extract Combined with ADMET Prediction and Molecular Docking Analysis. *Chem Biodivers*. 2025 Jul;22(7):e202403258. doi: 10.1002/cbdv.202403258. Epub 2025 Mar 4. PMID: 39984308.
13. Akter S, Park JH, Jung HK. Potential Health-Promoting Benefits of Paraprobiotics, Inactivated Probiotic Cells. *J Microbiol Biotechnol*. 2020 Apr

28;30(4):477-481. doi: 10.4014/jmb.1911.11019. PMID: 31986247; PMCID: PMC9728361.

14. Siciliano RA, Reale A, Mazzeo MF, Morandi S, Silveti T, Brasca M. Paraprobiotics: A New Perspective for Functional Foods and Nutraceuticals. *Nutrients*. 2021 Apr 8;13(4):1225. doi: 10.3390/nu13041225. PMID: 33917707; PMCID: PMC8068161.

15. Chaves López C, Serio A, Montalvo C, Ramirez C, Pérez Álvarez JA, Paparella A, Mastrocola D, Martuscelli M. Effect of nisin on biogenic amines and shelf life of vacuum packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *J Food Sci Technol*. 2017 Sep;54(10):3268-3277. doi: 10.1007/s13197-017-2773-7. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28974812; PMCID: PMC5602991.

16. Феофилактова, О. В. Пробиотики, пребиотики и метабиотики как функциональные пищевые ингредиенты: теория, классификация и практическое применение для фортификации пищевых систем / О. В. Феофилактова, Т. А. Обвинцева. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 174 с. – ISBN 978-5-00261-656-5. – EDN QETIHK.

ЦИКУНИБ А.Д.

ТРАДИЦИОННЫЙ НАПИТОК АДЫГОВ «КЪАЛМЭКЪ ЩАЙ» В КОНТЕКСТЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

*Лаборатория нутрициологии, экологии и биотехнологии
НИИ комплексных проблем Адыгейского государственного университета*

г. Майкоп

e-mail: cikunib58@mail.ru

TSIKUNIB A.D

TRADITIONAL ADYGHE DRINK "KALMEK SHCHAY" IN THE CONTEXT OF HEALTHY EATING

*Laboratory of nutrition, ecology and biotechnology research institute of
complex problems of Adyghe state university, Maykop*

e-mail: cikunib58@mail.ru

Аннотация: Отличительной особенностью традиционного напитка адыгов «Къалмэкъ щай» - одного из уникальных разновидностей чая с молоком, является использование в качестве основного сырья отвара из высушенных метелок конского щавеля. Показано, что по пищевой и биологической ценности, а так же функциональным свойствам «Къалмэкъ щай» соответствует современным критериям здорового питания.

Ключевые слова: традиционный напиток адыгов, «Къалмэкъ щай», конский щавель, танины, пищевая ценность, здоровое питание.

Abstract: A distinctive feature of the traditional Adyghe drink "Kalmek schay," a unique variety of milk tea, is the use of a decoction of dried horse sorrel panicles as the main ingredient. It has been shown that in terms of nutritional and biological value, as well as its functional properties, "Kalmek shay" meets modern criteria for healthy eating.

Keywords: traditional drink of the Adyghe people, "Kalmek shchai", horse sorrel, tannins, nutritional value, healthy eating.

Актуальность исследования. Современным трендом в области здорового питания является рост потребительского спроса населения на традиционные продукты и блюда различных национальных кухонь, стремление к сохранению и изучению их нутриентного спектра и функционального потенциала, продвижение и более широкое ознакомление с ними других народов. В этом контексте актуальным является изучение традиционного напитка адыгов «Къалмэкъ щай», представляющий собой один из вариантов чая с молоком, отличительной особенностью которого, является использование в качестве основного сырья отвара из высушенных метелок конского щавеля (КЩ), функциональные свойства которого изучены недостаточно полно.

Цель исследования: оценить функциональные свойства традиционного напитка адыгов «Къалмэкъ щай» и определить ее роль в современной системе здорового питания.

Материалы и методы исследования. Содержание танинов в водном экстракте из высушенных метелок конского щавеля (КЩ) определяли по методу Левенталья. О влиянии водного экстракта КЩ на рост *Lactobacillus fermentum* судили по интенсивности роста на питательных средах с добавлением (опыт) и без добавления (контроль) водного экстракта КЩ. На основе оптимизированной технологии и разработанной базовой рецептуры приготовлены опытные образцы напитка «Къалмэкъ щай» с добавлением в отвар коровьего молока (ОП №1) и козьего молока (ОП №2) в соотношении отвар: молоко 2:1, определены пищевая ценность и сенсорные показатели, такие как вкус, цвет, запах, общая приемлемость. Содержание в готовом напитке «Къалмэкъ щай» общего белка определяли по п.6 ГОСТ 25179-2014, общего жира - по п.2 ГОСТ 5867-90, содержание лактозы - согласно ГОСТ 34304—2017. Физико-химические и органолептические исследования проведены на базе лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ Комплексных проблем ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет». Пробы исследованы в условиях сходимости (n=3) и воспроизводимости (n=2). Статистический анализ данных проведен с

использованием прикладных компьютерных программ «Microsoft Excel 2010».

Результаты исследования и их обсуждение. Отвар из высушенных метелок КЩ, являющийся основным компонентом традиционного напитка адыгов «Къалмэкъ щай», имеет насыщенный темно-коричневый цвет с золотистым или красноватым оттенком из-за высокого содержания красящих пигментов, экстрагируемых из высушенных метелок. Вкус отвара терпкий, обусловленный содержанием дубильных веществ, обладающих вяжущими свойствами. Установлено, что в отваре содержание танинов составляет $4,72 \pm 0,32\%$, что ниже, чем в зеленом чае и ближе к среднему уровню содержания в черном чае. Это имеет важное физиологическое значение ввиду того, что при оптимальном уровне потребления танины оказывают позитивное влияние на организм, проявляя выраженное антиоксидантное и иммуномодулирующее действие, снижая риск развития ряда заболеваний, включая СД2 и ожирение, язву желудка и кишечника [1]. Танины, ингибируя активность фермента липоксигеназы, снижают перекисное окисление липидов, а также способны поглощать гидроксильные, супероксидные и пероксидные радикалы, способствуя восстановлению окислительного баланса организма, что делает их более сильными антиоксидантами, чем аскорбиновая кислота или α -токоферол [2]. Однако, при высоких концентрациях танины могут выступить в роли прооксидантов и запускать процессы автоокисления, приводящие к оксидативному стрессу [1].

Ингибирующее влияние танинов на рост патогенных микроорганизмов экспериментально доказано [3], а данные о их возможном влиянии на рост лакто- и бифидобактерий противоречивы. В наших исследованиях подтверждено стимулирующее влияние отвара КЩ на рост штаммов *Lactobacillus fermentum* (таблица 1).

Таблица 1 – Оптическая плотность (мутности) смывов колоний *Lactobacillus fermentum* с питательных сред без добавления (контроль) и с добавлением отвара из КЩ (опытная проба)

Проба	Оптическая плотность (мутность)			Среднее значение
	1	2	3	
контроль	0,344	0,410	0,375	$0,38 \pm 0,033$
проба	0,662	0,562	0,530	$0,58 \pm 0,052^*$

Примечание: * $p < 0,05$ - достоверность различий между контрольной и опытной пробами.

Как видно из таблицы, оптическая плотность (мутность) в суспензиях смывов колоний лактобактерий с опытных питательных в среднем в 1,53 раза больше, чем с контрольных, что связано с увеличением

роста колоний и большей концентрацией в смыве клеток лактобактерий, что в свою очередь свидетельствует о пребиотическом потенциале напитка.

На основе оптимизированной технологии и разработанной базовой рецептуры приготовлены опытные образцы напитка «Къалмэкъ щай» с добавлением в отвар из КЩ коровьего молока (ОП №1) и козьего молока (ОП №2) в соотношении отвар: молоко 2:1. В опытных образцах определены показатели пищевой ценности, включающие содержание общего белка и жира, а также уровень лактозы (таблица 2).

Таблица 2 - Пищевая ценность напитка «Къалмэкъ щай» с разными видами молока, г /100 мл

Показатель	ОП №1	ОП №2
Общий белок	1,02±0,04	1,15±0,05
Общий жир	0,82±0,16	1,20±0,22*
Лактоза	1,53 ± 0,24	1,32 ± 0,18*
Калорийность, ккал	17,6± 0,98	20,7± 1,25*

Примечание: * $p < 0,05$ - достоверность различий между опытными пробами с разными видами молока

Результаты исследования показывают, что замена коровьего молока на одинаковое количество козьего не только повышает пищевую ценность в 1,2 раза (20,7 ккал против 17,6 ккал) за счет более высокого уровня содержания общего жира, но и, как показывает анализ современных научных данных, повышает биологическую ценность за счет большего количества позитивных биохимических маркеров. Так, добавление козьего молока ввиду особенностей его белкового состава, в первую очередь из-за низкого уровня белка $A1\beta$ -казеина, высокого уровня α -лактоглобулина, а также содержания более тонко эмульгированной жировой фракции и более высокого содержания среднецепочечных жирных кислот повышает усвояемость, придает напитку гипоаллергенные свойства, пребиотическую активность, снижает риск гиперлипидемии и ожирения, а ввиду более достоверно низкого содержания лактозы напиток с козьим молоком наиболее приемлем для людей с непереносимостью лактозы [4,5]. При этом, как показывает органолептический анализ, добавление козьего молока не влияет на гедонистическое восприятие напитка (таблица 3).

Таблица 3 - Сенсорные показатели напитка «Къалмэкъ щай» с разными видами молока

Показатель	ОП №1	ОП №2
Вкус	4,92	4,92
Терпкость	5,0	5,0
Запах	5,0	5,0
Цвет	5,0	4,92
Общая приемлемость	4,98	4,96
Итого, баллы	24,92	24,80

Примечание: * $p < 0,05$ - достоверность различий между опытными пробами с разными видами молока

Показана возможность использования напитка «Къалмэкъ щай» в варианте как *базовой рецептуры*, так и в варианте *самостоятельного приема пищи, чаще завтрака*, но при этом эффект действия на организм будет различаться и обеспечивать необходимый уровень энергетических потребностей организма и интенсивность предстоящей трудовой деятельности.

В варианте базовой рецептуры (отвар+молоко+соль+специя) напиток обладает тонизирующим эффектом, но при этом отличается низкой калорийностью ввиду отсутствия сахарозы и может стать полезной альтернативой популярным среди широких слоев населения, особенно молодежи, высококалорийным тонизирующим напиткам (кофе и чай с молоком с высокими уровнями содержания сахарозы). Добавление в напиток различных специй (по желанию), как предполагает традиционная технология, не только улучшает вкусовые качества, но и повышает тонизирующий эффект и функциональные свойства напитка.

В варианте самостоятельного приема пищи, чаще завтрака, когда напиток традиционно подается с хлебом в сочетании с сливочным маслом/сливками/ адыгейским сыром или гуубат/халюж (разновидности выпечки с адыгейским сыром) он дает насыщающий эффект. Однако, такое сочетание напитка с перечисленными продуктами в противовес напиткам сочетаемым с пищевыми продуктами, содержащими сахарозу (торты, пирожные и т.д.), можно признать примером здорового завтрака, характеризующегося не только высокой пищевой, но и высокой биологической ценностью, что обеспечивает организм длительным насыщением, стабильным уровнем энергии, обеспечивает постепенное освобождение энергии в течение продолжительного времени, давая долгое чувство сытости, поддерживая без резких скачков и спадов умственную и физическую активность.

Выводы. Поливариативность технологического процесса приготовления традиционного напитка адыгов «Къалмэкъ щай» позволяет получить напиток с уникальным сочетанием и синергетическим взаимодействием растительных и животных компонентов. По своему нутриентному составу, пищевой и биологической ценности напиток «Къалмэкъ щай» можно отнести к натуральным функциональным продуктам, соответствующим критериям здорового питания.

Список литературы

1. Ajebli, M. The Promising Role of Plant Tannins as Bioactive Antidiabetic Agents / M. Ajebli, M. Eddouks // Curr Med Chem. – 2019. – Vol. 26 (25). – P. 4852-4884.
2. Tannine und menschliche Gesundheit : eine Überprüfung / K. T. Chung, T. I. Wong, S. I. Wei [et al.] // Crit Rev Food Sci Nutr. – 1998. – Vol. 38(6). – P. 421-464.

3. Bioavailability of dietary polyphenols and gut microbiota metabolism: antimicrobial properties / L. Marín, E. M. Miguélez, C. J. Villar, F. Lombó // Biomed Research International. – 2015. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/905215>
4. Clark, S. A 100-year review: Advances in goat milk research / S. Clark, M. B. Mora Garcia // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100. – P. 10026-10044.
5. In vitro fermentation of caprine milk oligosaccharides by bifidobacteria isolated from breast-fed infants / C. Thum, C. Roy, W. McNabb, [et al.] // Gut Microbes. – 2015. – № 6. – P. 352-363. – DOI: <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1105425>

ЧУГУНОВА О.В., ДЫЛДИН Д.В.
**МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ВИТАМИНА D В ПЕКТИНОВОМ
 ГЕЛЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В
 ХЛЕБОПЕЧЕНИИ**

*Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург
 E-mail: tp@usue.ru*

CHUGUNOVA O.V., DYLDIN D.V.
**MICROCAPSULATION OF VITAMIN D IN PECTIN GEL:
 TECHNOLOGICAL ASPECTS AND APPLICATION IN BAKERY**

Ural State University of Economics, Yekaterinburg
E-mail: tp@usue.ru

Аннотация. Дефицит витамина D является глобальной проблемой здравоохранения, особенно актуальной для северных регионов России. Хлеб как продукт массового потребления может служить эффективным носителем для обогащения, однако прямое внесение витамина D в тесто приводит к его значительным потерям при выпечке (до 45–50%). Технология иммобилизации (микрокапсулирования) в пектиновом геле позволяет защитить лабильную молекулу холекальциферола от термоокисления. В работе использовали яблочный пектин (степень этерификации 70–75%), яблочное пюре (источник ионов Ca^{2+}), БАД «Детримакс Бэби» (65 мкг витамина D₃ в капле) и масло печени трески. Обогащающий модуль готовили эмульгированием, затем вносили в тесто. Выпечку проводили при 200°C в течение 40 мин. Иммобилизация витамина D в пектиновом геле является эффективным способом повышения его термостабильности при производстве хлебобулочных изделий. Разработанная технология может быть рекомендована для

создания функциональных хлебобулочных изделий, обогащённых витамином D, в том числе для профилактики дефицита у населения северных регионов.

Abstract. Vitamin D deficiency is a global health problem, especially relevant for the northern regions of Russia. Bread as a mass-consumption product can serve as an effective carrier for enrichment, however, the direct introduction of vitamin D into the dough leads to significant losses during baking (up to 45-50%). The technology of immobilization (microcapsulation) in pectin gel makes it possible to protect the labile cholecalciferol molecule from thermal oxidation. The study used apple pectin (degree of esterification 70-75%), applesauce (source of Ca^{2+} ions), Detrimax Baby dietary supplement (65 micrograms of vitamin D_3 per drop) and cod liver oil. The enriching module was prepared by emulsification, then added to the dough. Baking was carried out at 200°C for 40 minutes. The immobilization of vitamin D in pectin gel is an effective way to increase its thermal stability in the production of bakery products. The developed technology can be recommended for the creation of functional bakery products enriched with vitamin D, including for the prevention of deficiency in the population of the northern regions.

Ключевые слова: иммобилизация, пектин, витамин D, микрокапсулирование, хлеб, обогащение.

Keywords: immobilization, pectin, vitamin D, microcapsulation, bread, enrichment.

Дефицит витамина D является одной из наиболее распространённых проблем современной нутрициологии. Согласно клиническим рекомендациям Российской ассоциации эндокринологов, недостаточность витамина D фиксируется у 50–80% населения России, а в северных регионах этот показатель достигает критических значений [1,2].

Хлеб является продуктом ежедневного потребления для большинства возрастных групп населения, что делает его идеальным носителем для обогащения [3]. Однако прямое внесение жирорастворимого витамина D_3 в тесто сопряжено с его термолабильностью: при выпечке ($200\text{--}230^\circ\text{C}$, 30–40 мин) потери витамина могут достигать 45–50% [4].

Технология иммобилизации (микрокапсулирования) позволяет заключить активное вещество в защитную оболочку. Среди разрешённых к применению в пищевой промышленности полимеров особый интерес представляет пектин – природный анионный полисахарид, способный образовывать гели в присутствии ионов кальция [5].

Цель работы – обосновать технологию иммобилизации (микрокапсулирования) витамина D в пектиновом геле для повышения его сохранности при выпечке хлебобулочных изделий.

Механизм иммобилизации витамина D в пектиновом геле. Пектин – гетерополисахарид, содержащий карбоксильные группы ($-\text{COOH}$), которые при pH выше 3,5 диссоциируют с образованием отрицательно заряженных центров ($-\text{COO}^-$). В присутствии ионов кальция (Ca^{2+}) происходит ионотропное гелеобразование: катионы Ca^{2+} связывают соседние карбоксильные группы разных пектиновых цепей, формируя трёхмерную сетку – структуру, известную как «яичная коробка» [6, 7].

Образующийся гидрогель обладает пористой структурой, способной включать в себя масляные капли с витамином D. Молекулы пектина адсорбируются на поверхности масляных капель, а при добавлении Ca^{2+} формируют прочную оболочку.

Гидрогелевая оболочка выполняет следующие функции: термозащита – предотвращает прямой контакт витамина с горячим воздухом и стенками печи; антиоксидантная защита – ограничивает доступ кислорода, замедляя окисление ненасыщенных связей в молекуле холекальциферола; сохранение цельности – предотвращает вытекание масляной фазы из теста.

В ходе экспериментов сравнивали сохранность витамина D₃ при выпечке для разных способов внесения (табл. 1).

Таблица 1 – Сохранность витамина D₃ при выпечке (200°C, 40 мин)

Способ внесения	Сохранность, %
Прямое внесение масляного раствора (контроль)	54 ± 3
Обогащающий модуль (эмульсия)	72 ± 2
Обогащающий модуль (после вакуумной сушки)	78 ± 2
Обогащающий модуль (после лиофильной сушки)	85 ± 2

Установлено, что иммобилизация витамина D в пектиновом геле позволяет повысить его сохранность при выпечке с 54% до 85% по сравнению с прямым внесением. Это связано с формированием защитной гидрогелевой оболочки вокруг масляной капли, содержащей витамин D.

Сшитый ионами кальция пектиновый гель обладает высокой термостабильностью (до 200°C). В процессе выпечки вода из гидрогеля испаряется, но сформированная полимерная сетка сохраняет свою структуру, продолжая защищать масляное ядро.

Присутствие яблочного пюре в составе обогащающего модуля выполняет две функции: является источником ионов Ca^{2+} , необходимых для ионотропного гелеобразования и создаёт слабокислую среду (pH 4,0–4,5), оптимальную для формирования пектинового геля.

Хлеб, обогащённый иммобилизованным витамином D, характеризовался: правильной формой, гладкой поверхностью без трещин;

равномерной пропечённостью мякиша; гармоничным вкусом с тонким привкусом яблочного пюре. Физико-химические показатели: влажностью 41,0%, кислотностью 2,9 град., пористостью 72,5%. Все показатели соответствуют требованиям ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия».

Для промышленного использования технологии иммобилизации витамина D в пектиновом геле предпочтителен высокоэтерифицированный яблочный пектин (70–75%), обеспечивающий более стабильную гелевую структуру. Оптимально использование натуральных источников – яблочного пюре или молочной сыворотки как источника ионов Ca^{2+} . Лиофильная сушка обеспечивает максимальную сохранность витамина D (85%), но более энергозатратна. Для промышленного производства допустима вакуумная сушка (78% сохранности). Обогащающий модуль следует вводить на стадии замеса теста одновременно с остальными жидкими компонентами.

Технология может быть рекомендована для производства функциональных хлебобулочных изделий, обогащённых витамином D, в том числе для профилактики дефицита витамина D у населения северных регионов Российской Федерации.

Список литературы

1. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых / Е. А. Пигарова, Л. Я. Рожинская, Ж. Е. Белая [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2016. – Т. 62, № 4. – С. 60-84. – DOI 10.14341/probl201662460-84. – EDN WMZICF.
2. Интегрированный подход к обеспечению качественного, безопасного и здорового питания школьников / Е. П. Потапкина, Т. В. Мажаева, С. В. Сеницына [и др.] // Индустрия питания. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 91-103. – DOI 10.29141/2500-1922-2024-9-1-10. – EDN YYGZKT.
3. Дылдин, Д. В. Обогащение хлеба наноструктурированным витамином D / Д. В. Дылдин, О. В. Чугунова // Потребительский рынок: устойчивое развитие в условиях новых вызовов : Сборник материалов III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции в рамках Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации, Новосибирск, 24–25 октября 2024 года. – Новосибирск: Сибирский университет потребительской кооперации, 2024. – С. 171-174. – EDN HUGGNA.
4. Физиологическая потребность и эффективные дозы витамина D для коррекции его дефицита. Современное состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. И. Мендель, С. А. Хотимченко [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 47-62. – EDN YKKEYR.

5. Кукин, М. Ю. Применение пектина для создания продуктов здорового питания / М. Ю. Кукин, А. Г. Николаев // Молочная промышленность. – 2016. – № 3. – С. 67-68. – EDN VMBQWH.
6. Joye I.J., McClements D.J. Biopolymer-based delivery systems for nutraceuticals // Current Opinion in Food Science. 2015. Vol. 3. P. 41–46.
7. Liu L., Fishman M.L., Kost J., Hicks K.B. Pectin-based systems for colon-specific drug delivery via oral route // Biomaterials. 2003. Vol. 24. No. 19. P. 3333–3343.

ЯНИКЕЕВА Т. С., СУХАНОВА И. М.
**ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПРОЦЕСС
 СОЗРЕВАНИЯ И СПЕЦИФИЧЕСКИЙ АРОМАТ ПУЭРОВ**

*Российский государственный аграрный университет – Московская
 сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, г. Москва
 e-mail: tanyaikeeva2005@yandex.ru*

YANIKEEVA T.S., SUHANOVA I.M.
**THE INFLUENCE OF MICROORGANISMS ON THE RIPENING
 PROCESS AND SPECIFIC AROMA OF PU-ERH TEA**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural
 Academy, Moscow
 e-mail: tanyaikeeva2005@yandex.ru*

Аннотация. Пуэр – это уникальная технология обработки высушенных на солнце листьев крупнолистного чая *Camellia sinensis* (Linn.) var. *assamica* в китайской провинции Юньнань. С каждым годом чай пуэр обретает все большую популярность во всем мире, так как положительно влияет на здоровье человека, а также имеет необычный аромат и вкус, привлекающий гурманов и любителей.

Ключевые слова: чай, пуэр, постферментация, микробиологическая ферментация, *Aspergillus*, биологическая активность.

Abstract. Pu-erh is a unique tea processing technology applied to the sun-dried leaves of the large-leaf tea plant *Camellia sinensis* (Linn.) var. *assamica* in China's Yunnan Province. Pu-erh tea is gaining increasing popularity worldwide each year due to its positive health benefits and unique aroma and flavor, attracting gourmets and tea lovers.

Keywords: tea, pu-erh, post-fermentation, microbiological fermentation, *Aspergillus*, biological activity.

Цель исследования: обобщить данные о роли микроорганизмов в процессе постферментации пуэра и о доказанных эффектах его употребления на человеческое здоровье.

Чай является одним из наиболее популярных безалкогольных, часто горячих напитков во всем мире. Он производится из листьев следующих сортов *Camellia sinensis* – var. *sinensis* и var. *assamica*. Исходя из способа обработки, чай бывает зеленый (неферментированный), улун (полуферментированный), черный (полностью ферментированный окислительным ферментом) и темный (постферментированный микроорганизмами) [1].

Пуэр является наиболее представительным среди темного чая. В свою очередь, пуэр также делится на шэн пуэр (сырой чай) и шу пуэр (спелый чай). Шэн пуэр производится непосредственно из высушенного на солнце зеленого чая путем дальнейшего процесса пропаривания под высоким давлением и прессования. Шу пуэр обычно производится из высушенного на солнце зеленого чая путем микробиологической постферментации при температуре около 50°C и в условиях более высокой влажности. Также сжатый шэн пуэр может быть превращен в зрелый шу пуэр путем естественной выдержки в течение длительного периода хранения, который может достигать и десятилетия [1].

Кроме того, чай пуэр можно классифицировать в зависимости от формы на рассыпной и сжатый — после обработки паром и сушки чаю придают форму (лепешка, кирпич, гнездо, гриб, тыква и др.) с помощью пресса. Такой чай проще транспортировать [1].

Решающую роль в формировании особых характеристик пуэра играет микробиологическая ферментация [1]. Основными этапами производства шу пуэра являются:

1. Подготовка сырья, цель которой – получение зеленого чая (маоча), высушенного на солнце. Свежие листья подвергают завяливанию: их рассыпают на бамбуковых циновках примерно на 8 часов для частичного подсушивания. Затем листья нагревают в барабане, чтобы инактивировать эндогенный фермент полифенолоксидазу, причем температура для данного процесса должна быть ниже, чем для зеленого чая, так как добиваются неполного подавления ферментов. Далее чайные листья скручивают и подвергают сушке на солнце 3-5 часов при температуре выше 30°C до достижения остаточной влажности около 8%;

2. Постферментация, или влажное скирдование (во дуй). Чай, высушенный на солнце, сливают в кучи (скирды) на несколько недель в условиях повышенной температуры (около 50°C) и высокой влажности стимулирования процесса постферментации. В ней участвуют различные микроорганизмы, однако доминирующими являются *Aspergillus* (в том числе *A. niger*, *A. glaucus*, *A. terreus*, *A. candidus*), а также *Penicillium*, *Rhizopus*, *Saccharomyces* и др. Для стандартизации качества чая часто

используют искусственное внесение (инокуляцию) доминантных штаммов грибов. Микроорганизмы выделяют внеклеточные ферменты, в первую очередь, таназу, которые катализируют окисление, конденсацию и деградацию химических компонентов чая. Это приводит к:

- резкому снижению катехинов (с 18,3% до 3,6% от сухого веса);
- росту содержания галловой кислоты (с 0,14% до 1,77%);
- увеличению теабраунина (с 2,9% до 7,85%), который отвечает за красно-коричневый цвет и мягкий вкус;
- образованию новых веществ – метоксифенолов, статинов, 8-оксокофеина и др.

Каждые два дня ворох переворачивают, чтобы избежать чрезмерного повышения температуры;

3. Сушка чая после завершения ферментации при температуре ниже 60°C. После сушки получается рассыпной зрелый пуэр, который можно спрессовать в различные формы.

Многочисленные исследования *in vivo*, *in vitro* и клинические наблюдения демонстрируют широкий спектр биологической активности пуэра [2]. Так, потребление пуэра способствует гиполипидемическому и антиобезогенному действию. В экспериментах на крысах с диет-индуцированной гиперлипидемией пуэр снижал общий холестерин на 12,2-19,2%, триглицериды на 8,3-27,8% и ЛПНП на 33,6-40,0%, повышая активность липопротеинлипазы и печеночной липазы [3]. В 12-недельном двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании у взрослых японцев с избыточной массой тела прием 333 мг экстракта пуэра перед каждым приемом пищи привел к снижению массы тела на 1,1 кг и уменьшению площади висцерального жира на 9,4 см² [4]. Также есть данные, что пуэр обладает антиоксидантным и свободнорадикальным, антимикробным и противовирусным, противодиабетическим, иммуномодулирующим, а также противоопухолевым и антимуtagenным действиями [2].

Выводы. Микроорганизмы, особенно *Aspergillus* spp., играют важную роль в постферментации пуэра. Они обеспечивают ферментативный гидролиз танинов, окисление и конденсацию катехинов, образование теабраунина и метоксифенолов, влияющие на формирование того самого уникального цвета, вкуса и аромата шу пуэра. Перспективы дальнейших исследований включают выделение индивидуальных биологически активных соединений и проведение крупных клинических испытаний для подтверждения профилактической ценности пуэра.

Список литературы

1. Lv H. et al. Processing and chemical constituents of Pu-erh tea: A review // Food Research International. – 2013. – Т. 53. – №. 2. – С. 608-618.

2. Lee L. K., Foo K. Y. Recent advances on the beneficial use and health implications of Pu-Erh tea //Food Research International. – 2013. – Т. 53. – №. 2. – С. 619-628.

3. Gong J. et al. Effects of theabrownin from Pu-erh tea on the metabolism of serum lipids in rats: mechanism of action //Journal of food science. – 2010. – Т. 75. – №. 6. – С. H182-H189.

4. Kubota K. et al. Improvements of mean body mass index and body weight in preobese and overweight Japanese adults with black Chinese tea (Pu-Erh) water extract //Nutrition Research. – 2011. – Т. 31. – №. 6. – С. 421-428.

СЕКЦИЯ 2 МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОФАРМАЦЕВТИКА

АКИЛА А.В., КОВАЛЬ А.Н.

БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ G-КВАДРУПЛЕКСОВ В ГЕНЕ C9ORF72 ЧЕЛОВЕКА, ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ПАТОГЕНЕЗА И ТЕРАПИИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА*Гомельский государственный медицинский университет, Беларусь**Email: aadithyavenkat9@yahoo.com*

AKILA A.V., KOVAL A.N.

BIOINFORMATIC ANALYSIS OF G-QUADRUPLEXES IN THE HUMAN C9ORF72 GENE, IMPLICATIONS FOR AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS PATHOGENESIS AND THERAPY*Gomel State Medical University, Belarus**Email: aadithyavenkat9@yahoo.com*

Аннотация: Ген C9orf72 является основной генетической причиной бокового амиотрофического склероза (БАС) и лобно-височной деменции (ЛВД). Патогенная экспансия гексануклеотидного повтора GGGGCC в первом интроне приводит к образованию неканонических вторичных структур – гуаниновых квадруплексов (G4). В данной работе проведён биоинформатический анализ G4-мотивов в последовательности гена C9orf72 человека с использованием алгоритма G4IPDB. Обнаружено 35 потенциальных G4 в смысловой цепи и 28 – в антисмысловой, включая область патогенной экспансии. Наиболее стабильные G4 характеризуются высокими значениями cG/cC score (>15). Обсуждается роль G4 в патогенезе БАС (образование РНК-фокусов, RAN-трансляция, митохондриальная дисфункция) и перспективы терапевтического таргетирования G4 малыми молекулами (гексантиомицины, DB1246).

Ключевые слова: C9orf72, гуаниновые квадруплексы, БАС, G4IPDB, RAN-трансляция, митохондриальная дисфункция

Abstract: The C9orf72 gene is the major genetic cause of amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and frontotemporal dementia (FTD). Pathogenic GGGGCC hexanucleotide repeat expansion in the first intron leads to formation of non-canonical secondary structures – guanine quadruplexes (G4). Here we performed a bioinformatic analysis of G4 motifs in the human C9orf72 gene sequence using the G4IPDB algorithm. We found 35 putative G4s in the sense strand and 28 in the antisense strand, including the pathogenic expansion region. The most stable G4s show high cG/cC scores (>15). We discuss the role of G4s in ALS pathogenesis (RNA foci formation, RAN translation, mitochondrial dysfunction) and the prospects of therapeutic targeting of G4s by small molecules (chexanthomycins, DB1246).

Keywords: C9orf72, G-quadruplex, ALS, G4IPDB, RAN translation, mitochondrial dysfunction

Introduction: Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a fatal neurodegenerative disorder characterized by progressive loss of upper and lower motor neurons. When a GGGGCC hexanucleotide repeat expansion in the first intron of the *C9orf72* gene was discovered as the most common genetic cause of ALS and frontotemporal dementia (FTD), the new understanding of the mechanisms of these diseases were elucidated [1]. In healthy individuals, the repeat length ranges from 2 to 22 copies, but patients usually carry hundreds to thousands of repeats. In DNA and RNA transcripts G-quadruplexes (G4s) – 4-stranded helical non-canonical structures stabilized by Hoogsteen hydrogen bonding between guanine tetrads.

Pathogenesis of excess G4s formation in *C9orf72* have been implicated in multiple processes: 1) formation of toxic RNA foci that sequester RNA-binding proteins; 2) repeat-associated non-ATG (RAN) translation producing toxic dipeptide repeat proteins (poly-GA, poly-GR, poly-PR), and 3) mitochondrial dysfunction and oxidative stress. Selective binding and stabilizing of G4s by small molecules have shown therapeutic potential in preclinical models [2]. However, the general role G4 in *C9orf72* gene is still not clear.

Research aim: To identify and characterize putative G-quadruplex (G4) motifs in the human *C9orf72* gene using the G4IPDB algorithm and to evaluate their potential role in ALS pathogenesis and as therapeutic targets.

Materials and Methods: In the experiment the genomic sequence of human *C9orf72* (chromosome 9, GRCh38.p14, NC_000009.12, complement 27,546,546–27,573,866) was retrieved from the NCBI Gene database (Gene ID: 203228). This sequence was analyzed by using G4IPDB algorithm as online tool (<https://people.iiti.ac.in/~amitk/bsbe/ipdb/pattern2.php>), and numerous putative G-quadruplexes were predicted with sliding window algorithm. G-score (cG) and C-score (cC) and their ratio (cG/cC) were calculated. A sequence was considered a putative G4 if it contained at least two G-tetrads and had a cG/cC ratio > 1. The algorithm searched G4s on both sense and antisense strands.

Results: 35 putative G4 sequences in the sense strand and 28 in the antisense strand of the *C9orf72* gene were revealed. Table 1 summarizes the most relevant G4 motifs.

Table 1. Selected putative G-quadruplex sequences in the human C9orf72 gene

Strand	Sequence (5'→3')	Start (bp)	End (bp)	cG score	cC score	cG/cC ratio	Location / notes
Sense	GGGGCCGGGGCCGGGGCCGGGG	410	432	800	120	6.67	Intron 1 – GGGGCC repeat region (pathogenic expansion)
Sense	GGGGGGCGGGCCCGGGCGGGG	27890	27911	850	120	7.08	Intron 1 – second cluster of repeats
Sense	GGCGCAGGGACAAGGGATGGGG	744	766	450	30	15.0	High G4 propensity; near regulatory region
Sense	GGGGGAAGGCCGGAGGG	890	907	530	40	13.25	Proximal promoter region
Sense	GGGAGGTGGGGCCTGGGAAGGG	22536	22558	540	40	13.5	Intronic – potential enhancer
Anti-sense	GGGTGGGAGAAGGGTGAGG	19450	19468	360	0	INF	Anti-sense strand – pure G-rich
Anti-sense	GGGGGCAGGGGTAGG	8222	8236	590	10	59.0	Very high G content
Anti-sense	GGCCCCGGCCCCGGCCCCGG	27824	27843	160	560	0.29	C-rich; forms i-motif?

Positions are relative to the submitted sequence (full gene region). INF – infinite ratio (cC = 0).

Multiple G4 motifs were found within the first intron where the pathogenic GGGGCC repeat expansion resides. This structure is predicted to form very stable G4 structures with high cG scores, were localized in the proximal promoter region and in intronic regions, and may serve as splicing regulatory elements or in transcription regulation.

Discussion:

1. Can G-quadruplexes in C9orf72 be associated with ALS?

Our bioinformatic analysis confirms that the C9orf72 gene is exceptionally rich in potential G4s. These repeats can range from 20 to hundreds of copies, and

now known to contribute to ALS/FTD pathology through at least three mechanisms:

1. Formation of RNA foci – RNA G4s sequester RNA-binding proteins (e.g., hnRNP H), disrupting normal RNA processing [2].
2. RAN translation – Stable G4 structures in the repeat RNA promote non-ATG translation, resulting to increased toxic dipeptide repeat proteins (poly-GA, poly-GR, poly-PR) that aggregate and cause neuronal death.
3. Dysfunctions of mitochondria – Recent work [3] has shown that C9orf72 G4 expansion increases oxidative stress, impairs mitophagy, and reduces ATP production in patient-derived neurons.

Numerous additional G4 motifs outside the repeat region (Table 1) suggests that G4-mediated regulation of C9orf72 expression may also be important for transcription factor binding (e.g., SP1, CNBP), and its stabilization by small molecules could either increase or decrease C9orf72 expression.

2. Therapeutic opportunities and challenges

As a perspective C9orf72 G4s can be targeted with small molecules which can be a promising therapeutic strategy. Cheng et al. [2] identified chexanthomycins A and C (cA and cC) – marine natural products that selectively bind DNA and RNA G4C2 G4s, reduce RNA foci, and rescue neurodegeneration in *Drosophila* models, scavenge reactive oxygen species, minimizing mitochondrial component of disease.

Concerning the selectivity: many G4 ligands (e.g., TMPyP4, DB1246) bind non-specifically to host G4s, potentially causing off-target effects. The previously described bioinformatic methods to identify G4s across the human and animal genome and in model organisms [4,5] might elucidate several approaches for designing of highly selective ligands that distinguish between pathogenic C9orf72 G4s and other G4s involved in normal cellular functions.

3. Future directions

Based on our G4IPDB mapping, we propose that future studies should:

1. Experimentally validate the most stable predicted G4s (e.g., those with cG/cC > 15) using circular dichroism and NMR.
2. Test whether small molecules (chexanthomycins, DB1247, etc.) bind to these additional G4 sites and whether such binding modulates C9orf72 gene expression.
3. Use CRISPR-Cas9 to delete specific G4 motifs and assess their contribution to RAN translation and mitochondrial toxicity.

Conclusion

We have performed a comprehensive bioinformatic inventory of G-quadruplexes in the human C9orf72 gene using the G4IPDB algorithm. The gene contains numerous putative G4 motifs, including the known pathogenic GGGGCC repeat expansion. These structures are central to ALS/FTD pathogenesis and represent attractive therapeutic targets. Selective small molecules that stabilize or resolve these G4s are already showing preclinical

efficacy. Continued integration of bioinformatics, structural biology, and medicinal chemistry will accelerate the development of G4-targeted therapies for C9orf72-associated neurodegeneration.

References

1. Hardiman O. et al. Amyotrophic lateral sclerosis //Nature reviews Disease primers. – 2017. – Vol. 3. – №. 1. – P. 17071.
2. Cheng A. et al. Selective C9orf72 G-quadruplex-binding small molecules ameliorate pathological signatures of ALS/FTD models //Journal of Medicinal Chemistry. – 2022. – Vol. 65. – №. 19. – P. 12825-12837.
3. Бенько, А. С. Мутации в гене C9orf72, митохондриальная дисфункция и роль гуаниновых квадруплексов в нейродегенерации / А. С. Бенько, А. М. Пашкевич // Молодые исследователи – регионам : материалы Международной научной конференции, Вологда, 22 апреля 2025 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2025. – С. 347-349.
4. Гринкевич, М. В. Сравнительный анализ методов биоинформатики для идентификации гуаниновых квадруплексов в митохондриальном геноме *Kluyveromyces lactis* / М. В. Гринкевич, А. О. Власенко // Молодые исследователи - регионам : материалы Международной научной конференции, Вологда, 22 апреля 2025 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2025. – С. 353-355.
5. Бобровник, Д. А. Сравнение содержания гуаниновых квадруплексов в генах человека, регулирующих апоптоз / Д. А. Бобровник // Проблемы и перспективы развития современной медицины : Сборник научных статей XIX Республиканской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых: в 6 томах, Гомель, 05–06 мая 2022 года. – Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2022. – С. 89-91.

ВЕРЁВКИНА С. А., ТУРАЕВА М.Н.
**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В МЕДИЦИНЕ**

*Курский государственный медицинский университет,
Медико-фармацевтический колледж, Курск
e-mail: tmarifat92@gmail.com*

VERYOVKINA S. A., TURAEBVA M.N.
**PROSPECTS OF APPLICATION OF BIOTECHNOLOGIES IN
MEDICINE**

*Kursk State Medical University, Medical and Pharmaceutical College, Kursk
e-mail: tmarifat92@gmail.com*

Аннотация: Согласно данным ВОЗ, около 15% населения мира (более 1 млрд человек) имеют ту или иную форму инвалидности, причем 190 млн сталкиваются с серьезными трудностями в повседневной жизни. Традиционные протезы и имплантаты не всегда обеспечивают достаточную функциональность, что делает внедрение бионических технологий критически важным.

Ключевые слова: бионика, нейроимпульс, нейроимплант, экзоскелет.

Abstract: According to the WHO, about 15% of the world's population (more than 1 billion people) have some form of disability, and 190 million face significant challenges in their daily lives. Traditional prosthetics and implants do not always provide sufficient functionality, making the implementation of bionic technologies crucial.

Keywords: bionics, neuroimpulse, neuroimplant, exoskeleton.

Актуальность исследования. Бионика – это наука, объединяющая биологию и технику, направленная на создание инновационных решений, вдохновленных природными механизмами. В медицине бионика играет ключевую роль в разработке биосовместимых имплантатов, протезов, экзоскелетов и медицинских роботов.

Цель исследования: изучение современных достижений бионических технологий в медицине, оценка их эффективности и перспективы внедрения в клиническую практику.

Задачи: анализ современных бионических имплантатов и протезов; изучение применения нейроинтерфейсов в управлении бионическими конечностями; оценка влияния бионических технологий на качество жизни пациентов; прогнозирование развития бионики в медицине на ближайшие 5-10 лет.

Материалы исследования: клинические исследования (данные NIH, клиник США и Европы); статистика рынка медицинской бионики (отчеты

Grand View Research, MarketsandMarkets); реальные кейсы пациентов с бионическими протезами (например, система i-Limb Ultra от Össur, Modular Prosthetic Limb от Johns Hopkins University).

Методы исследования: поисковый метод; метод анализа и синтеза; метод обобщения.

Современные бионические протезы кардинально изменили представление о возможностях протезирования. Благодаря миоэлектрическим датчикам, искусственным мышцам и интеллектуальным системам управления они обеспечивают до 90% естественной подвижности (Össur, 2023), что стало возможным за счет точного считывания нервных импульсов с сохранившихся мышц и их преобразования в плавные, контролируемые движения.

Рынок бионических протезов демонстрирует устойчивый рост: с \$1,5 млрд в 2022 году он достигнет \$2,8 млрд к 2030 году (CAGR 8,1%, Grand View Research). Ярким примером успеха является бионическая рука Hero Arm от Open Bionics – легкий и функциональный протез, позволяющий выполнять сложные манипуляции, включая захват мелких предметов. Не менее впечатляет разработка Modular Prosthetic Limb от Johns Hopkins University, воспроизводящая 26 степеней свободы движения.

Следующим революционным шагом стало создание интерфейсов «мозг-компьютер» (ИМК), позволяющих парализованным пациентам управлять протезами напрямую через нейроимпульсы. В 2023 году ученые из Университета Питтсбурга представили систему, обеспечивающую 85% точности движений роботизированной руки.

Уже сегодня эти технологии демонстрируют ошеломляющие результаты, а их перспективы и вовсе кажутся фантастическими. Прорывной системой последних лет стал нейрочип NeuroPort от Blackrock Neurotech. Данная разработка позволяет полностью парализованным пациентам набирать текст силой мысли с впечатляющей скоростью – до 90 символов в минуту. В клинических испытаниях 2022-2023 годов 15 пациентов с полным параличом смогли не только общаться через электронную почту и социальные сети, но и работать с текстовыми редакторами. Достижение кардинально изменило качество жизни людей, ранее полностью зависимых от посторонней помощи.

Еще более революционные перспективы открывают разработки в области беспроводных нейроимплантов. Специалисты Калифорнийского технологического института создают системы, которые полностью устранят необходимость проводных соединений. Новое поколение имплантов будет работать на расстоянии до 5 метров, потреблять в 10 раз меньше энергии и подзаряжаться через электромагнитную индукцию, что решит ключевые проблемы современных систем: риск инфекций, ограниченную мобильность пациентов и необходимость частой замены оборудования [4].

Особого внимания заслуживают эксперименты DARPA по восстановлению тактильной чувствительности. В 2022 году был представлен первый протез, способный передавать 20 различных тактильных ощущений. Разработанные алгоритмы преобразуют механическое давление в нейроимпульсы, что позволяет пациентам не только двигать искусственной конечностью, но и чувствовать прикосновения, открывая путь к созданию по-настоящему «живых» протезов, максимально приближенных по функциональности к естественным конечностям.

Совокупность разработок формирует новую парадигму в медицинской реабилитации. В ближайшее десятилетие мы можем ожидать появления комплексных нейропротезных систем, которые не просто заменят утраченные функции, но и восстановят естественную связь между мозгом и внешним миром, что позволит пациентам с тяжелыми травмами и заболеваниями вернуться к полноценной жизни, работе и социальной активности [3].

Также современные бионические импланты совершили революцию в восстановлении утраченных сенсорных функций. В офтальмологии значимым прорывом стала система Argus II, разработанная компанией Second Sight. Имплант предназначен для пациентов с терминальной стадией пигментного ретинита - наследственного заболевания, приводящего к полной слепоте.

Принцип работы Argus II основан на сложной многоуровневой системе:

1. Миниатюрная камера, закрепленная на очках, фиксирует изображение.
2. Видеопроцессор преобразует визуальную информацию в электрические сигналы.
3. Имплантированная матрица электродов стимулирует сохранившиеся нейроны сетчатки.
4. Мозг интерпретирует эти сигналы как зрительные образы.

Клинические результаты: 87% пациентов обрели способность различать свет и тени; 65% могут идентифицировать крупные объекты и контуры; 42% получили возможность ориентироваться в незнакомом пространстве [1].

Не менее революционные достижения демонстрируют кохлеарные импланты - бионические решения для людей с тяжелой формой глухоты. Устройства работают по принципу электроакустического преобразования:

1. Внешний микрофон улавливает звуковые волны.
2. Речевой процессор анализирует и кодирует звук.
3. Имплантированный приемник передает электрические импульсы непосредственно на слуховой нерв [2].

Согласно данным Национальных институтов здоровья США (2023) более 700 000 человек по всему миру используют кохлеарные импланты, 92% пациентов с врожденной глухотой развивают речевые навыки при ранней имплантации и 78% взрослых пользователей могут поддерживать телефонные разговоры.

Бионическая сенсорная реабилитация переживает беспрецедентный подъем, предлагая реальную надежду людям, которые еще недавно считались неизлечимыми. Достижения не просто возвращают базовые функции – они кардинально меняют качество жизни, открывая новые возможности для социализации, образования и профессиональной реализации [5].

Выводы. Таким образом, бионические технологии перешли из разряда футуристических концепций в практическую плоскость, существенно улучшая качество жизни миллионов людей. Дальнейшее развитие отрасли будет идти по трем ключевым направлениям: совершенствование 3D-печати для создания персонализированных имплантов; повышение точности нейроинтерфейсов за счет ИИ; снижение стоимости технологий (сегодня бионическая рука стоит \$20 000–\$100 000).

Уже сейчас бионика демонстрирует, что границы между живым организмом и техникой становятся все более условными, открывая новые горизонты медицинской реабилитации.

Список литературы

1. Федотов А.А., Иванов В.В. Бионические технологии в офтальмологии: современное состояние и перспективы // Вестник восстановительной медицины. - 2022. - № 3(87). - С. 45-52.
2. Смирнова Е.Л., Петров К.Д. Кохлеарная имплантация: 30-летний клинический опыт // Российская оториноларингология. - 2021. - Т. 20, № 5(120). - С. 78-85. DOI: 10.17116/otorino20212005178
3. Humayun M.S. et al. Interim results from the international trial of Second Sight's visual prosthesis // Ophthalmology. - 2022. - Vol. 129, № 3. - P. 320-331. DOI: 10.1016/j.opthta.2021.09.003
4. Wilson B.S. et al. Global hearing rehabilitation with cochlear implants // Nature Reviews. - 2023. - Vol. 10. - P. 112-125. DOI: 10.1038/s41572-023-00424-7
5. Национальные клинические рекомендации по кохлеарной имплантации / Под ред. Дьяконова И.В. - М.: Минздрав России, 2023. - 48 с.

¹КОРОТЧЕНКО Н.В., ²ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М., ³ШАМОВА М.М.
**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКТА
СОЛЯНКИ ХОЛМОВОЙ В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОМ
ПИТАНИИ: МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ
МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ**

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

² Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово

³ Томский государственный университет, г. Томск
e-mail: infobiolit@yandex.ru

¹KOROTCHENKO N.V., ²POZNYAKOVSKY V.M., ³SHAMOVA M.M.
**SCIENTIFIC RATIONALE FOR THE USE OF SALSOLA COLLINA
EXTRACT IN PERSONALIZED NUTRITION: METABOLIC AND
ANTIOXIDANT MECHANISMS OF ACTION**

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

² Kemerovo State Medical University, Kemerovo

³ Tomsk State University, Tomsk
e-mail: infobiolit@yandex.ru

Аннотация: Обоснована целесообразность использования стандартизированного концентрированного водного экстракта травы солянки холмовой для коррекции оксидативного стресса, поддержки функций печени и нормализации липидного обмена.

Ключевые слова: экстракт травы солянки холмовой, биотехнология, нутрициология, гепатопротекция, оксидативный стресс, персонализированное питание, функциональные продукты.

Abstract: The feasibility of using a standardized concentrated water extract of hill saltwort herb (*Salsola collina*) in functional products for correcting oxidative stress, supporting liver function, and normalizing lipid metabolism is substantiated.

Keywords: Salsola collina extract, biotechnology, nutritionology, hepatoprotection, oxidative stress, personalized nutrition, functional foods.

Цель исследования. Обосновать биотехнологические и нутрициологические преимущества применения стандартизированного концентрированного водного экстракта травы солянки холмовой (*Salsola collina*) в составе функциональных продуктов питания и БАД для клеточного оздоровления, коррекции метаболических нарушений и реализации принципов персонализированной превентивной медицины.

Материалы и методы исследования. Проведен системный анализ технологических регламентов производства, данных физико-химической стандартизации, результатов доклинических и контролируемых

клинических исследований экстракта травы солянки холмовой. Оценивались влияние продукта на биомаркеры цитолиза печени, показатели перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид), статус восстановленного глутатиона и коэнзима Q10, цитокиновый баланс, функцию Na/K-АТФазы, а также динамику висцерального жира и липидного спектра крови при курсовом приеме ≥ 90 суток. Технологический анализ включал оценку методов экстракции, вакуум-импульсной сушки и стандартизации по флавоноидам, бетаинам и полифенолам.

Результаты исследования и их обсуждение. Современная нутрициология смещает акцент с симптоматической коррекции на клеточное оздоровление, где ключевую роль играют качество межклеточной среды, митохондриальная функция и антиоксидантный статус. Экстракт травы солянки холмовой, получаемый по оригинальной ресурсосберегающей технологии (многоступенчатая перколяция с последующим вакуумным концентрированием при $t \leq 60$ °C и низкотемпературной сушкой), сохраняет нативный комплекс биологически активных веществ в биодоступной форме. Стандартизация продукции гарантирует содержание флавоноидов (рутин, кверцетин), бетаинов (глицинбетаин) и полифенолов (танинов).

Механизмы действия экстракта реализуются через несколько нутрициологически значимых путей [1]. Во-первых, восстановление водно-электролитного баланса и активация регуляторного мембранного белка Na/K-АТФазы за счет высокой концентрации биодоступного калия, что улучшает клеточное дыхание и энергетический потенциал. Во-вторых, прямая антиоксидантная и антирадикальная активность флавоноидов, сопряженная с восстановлением функции глутатионзависимой системы: нормализация уровней глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы и глутатион-S-трансферазы, повышение концентрации восстановленного глутатиона и коэнзима Q10, снижение малонового диальдегида в крови и тканях печени. В-третьих, модуляция воспалительного ответа: достоверное снижение провоспалительного цитокина TNF- α и повышение противовоспалительного интерлейкина IL-10, что подтверждает влияние на баланс цитокинов и снижение активности синдрома хронического воспаления [2].

Клинические данные демонстрируют, что продолжительный прием (не менее 90 суток) экстракта солянки холмовой способствует снижению массы тела за счет уменьшения висцерального жира, нормализации липидного спектра (снижение общего холестерина, ЛПНП), улучшению показателей углеводного обмена и функционального состояния гепатобилиарной системы (снижение активности АЛТ, АСТ, ГТП, нормализация билирубина) [3]. Бетаин и глицин в составе экстракта участвуют в метилировании, синтезе фосфолипидов клеточных мембран и нормализации текучести желчи, препятствуя липидозу печени.

С позиций пищевой биотехнологии, использование вакуум-импульсной сушки и стерилизации при 120–125 °С в течение нескольких секунд исключает термическую деградацию термолабильных соединений, обеспечивая стабильность активных субстанций [1]. Это позволяет создавать функциональные продукты (капсулы, гранулы, жидкие экстракты) с предсказуемым профилем безопасности и доказанной эффективностью. Продукция на основе экстракта интегрируется в персонализированные программы оздоровления лиц с метаболическим риском, профессиональными нагрузками, проживающих в экологически неблагоприятных регионах, а также в геронтологическую практику для замедления процессов клеточного старения.

Выводы. Концентрированный водный экстракт травы солянки холмовой обладает многокомпонентным механизмом действия, направленным на восстановление клеточного гомеостаза, активацию эндогенной антиоксидантной защиты и нормализацию метаболических путей. Современные биотехнологические методы экстракции и стандартизации гарантируют высокую биодоступность и стабильность активных нутрицевтических субстанций. Продукция на основе экстракта травы солянки холмовой отвечает требованиям персонализированной нутрициологии и может эффективно применяться в составе функциональных продуктов для превентивной коррекции оксидативного стресса, поддержки функций печени, оптимизации липидного обмена и повышения адаптационных резервов организма.

Список литературы

1. Саратиков А. С., Венгеровский А. И., Чучалин В. С., Буркова В. Н., Иванов А. А., Сергун В. П., Сотникова Л. С. Солянка холмовая в современных препаратах для персонализированной медицины: монография. 2-е изд., доп. и перераб. Томск, 2019. 224 с.
2. Коротченко Н. В., Сотникова Л. С., Буркова В. Н., Иванов А. А., Сергун В. П. Оптимизация состояния регуляторных систем жизнеобеспечения организма и нормализация состояния гомеостаза с помощью растительных средств на основе солянки холмовой // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2021. № 3. С. 57–64.
3. Коротченко Н. В., Сергун В. П., Иванов А. А., Буркова В. Н., Самойлова Ю. Г. Оценка антиоксидантной, гипогликемической и гиполипидемической активности экстракта травы солянки холмовой // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2024. № 9. С. 57–64.

КУЖУГЕТ А. С., ХОМУШКУ А. А., СОБОЛЕВА О. М.
**СТРУКТУРА ВИДОВОГО СОСТАВА ПРОБИОТИКОВ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ОНЛАЙН-АПТЕКАХ Г.КЕМЕРОВО**

Кемеровский государственный медицинский университет г. Кемерово
e-mail: ayalzy.kuzhuget@mail.ru

KUZHUGET A. S., KHOMUSHKU A. A., SOBOLEVA O. M.
**STRUCTURE OF THE SPECIES COMPOSITION OF PROBIOTICS
AVAILABLE IN ONLINE-PHARMACIES IN KEMEROVO**

Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: ayalzy.kuzhuget@mail.ru

Аннотация: Проведен анализ структуры видового состава пробиотиков в 5 онлайн-аптеках г. Кемерово (выборка n=40). Установлено преобладание поликомпонентных препаратов (64% от общего числа чистых пробиотиков, n=28). Доминирующими видами являются *Lactobacillus acidophilus* – 43%, *Bifidobacterium longum* – 36%, – 32%. Только 32% средств имеют указание конкретного штамма бактерий. Выявлена нечеткая дифференциация пробиотиков и синбиотиков в электронных каталогах, приводящая к смещению данных категорий в поисковой выдаче.

Ключевые слова: пробиотики, онлайн-аптеки, видовой состав, штамм, Кемерово.

Abstract: The analysis of the structure of the species composition of probiotics in 5 online pharmacies in Kemerovo (sample n=40). The prevalence of multi-component preparations (64% of the total number of pure probiotics, n=28) was established. The dominant species are *Lactobacillus acidophilus* – 43%, *Bifidobacterium longum* – 36%, *Lactobacillus rhamnosus* – 32%. Only 32% of the products have a specific strain of bacteria indicated. There is an unclear differentiation of probiotics and synbiotics in electronic catalogs, which leads to a shift in these categories in the search results.

Keywords: probiotics, online-pharmacies, species composition, strain, Kemerovo.

Цель исследования: Выявить и охарактеризовать структуру видового состава пробиотиков, представленных в онлайн-аптеках г. Кемерово.

Материалы и методы исследования: Проведено описательное одномоментное исследование ассортимента пробиотиков в 5 онлайн-аптеках г. Кемерово («Живика», «Ютека», «Аптека.ру», «Здравсити», «Аптека.Плюс») в период 10-23.05.2026 г. Общий объем выборки составил 40 препаратов (по 8 позиций из каждого ресурса). Критерием включения служило наличие в составе живых микроорганизмов родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Saccharomyces*. Оценивались торговое наименование, лекарственная форма, видовой, штаммовый и

количественный состав. Для анализа структуры состава сформирована подгруппа пробиотиков (n=28), исключая синбиотические комплексы. Статистическая обработка данных выполнена методами описательной статистики с расчетом частоты встречаемости видов (%).

Результаты исследования и их обсуждение. Выявлено выраженное видовое разнообразие пробиотических микроорганизмов с доминированием представителей родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Данные по частоте представлены в таблице 1.

Таблица 1– Частота встречаемости видов микроорганизмов в структуре пробиотиков (n=28)

Вид микроорганизма	Количество препаратов	Доля
1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	12	43%
2. <i>Bifidobacterium longum</i>	10	36%
3. <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	9	32%
4. <i>Enterococcus faecium</i>	6	21%
5. <i>Saccharomyces boulardii</i>	4	14%
6. <i>Lactobacillus plantarum</i>	4	14%
7. <i>Lactobacillus paracasei</i>	3	11%
8. <i>Bifidobacterium bifidum</i>	3	11%
9. Другие виды (12 видов)	По 1-2	<10%

В одном препарате может содержаться несколько видов бактерий, поэтому суммарная доля превышает 100%. Лидирующие позиции в структуре ассортимента занимают *L. acidophilus* (43%) и *B. longum* (36%), что согласуется с глобальными тенденциями структуры потребления пробиотиков в мире [1]. Эти микроорганизмы традиционно рассматриваются как базисные компоненты для нормализации микробиоценоза ЖКТ.

Важной характеристикой исследованного сегмента рынка является соотношение моно- и поликомпонентных продуктов (рис.1).

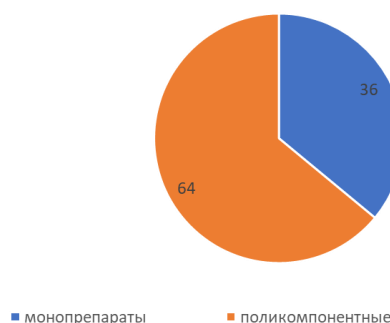


Рисунок 1 – Соотношение монокомпонентных и поликомпонентных пробиотиков на рынке онлайн-аптек г. Кемерово

Поликомпонентные пробиотики (2-8 видов бактерий) составляют большинство – 64% выборки. Производители позиционируют их как более эффективные за счёт взаимодействия штаммов, однако с точки зрения доказательной медицины взаимное влияние разных видов требует достоверного клинического подтверждения. Одной из ключевых проблем является то, что только 32% средств содержат точную маркировку штаммов (например: *L. rhamnosus* GG). Остальные 68% не позволяют достоверно спрогнозировать фармакологическую активность, так как клинические эффекты пробиотиков строго штаммоспецифичны [2]. Кроме того, на платформе «Аптека.ру» обнаружена нечёткая дифференциация пробиотиков и синбиотиков, что может вводить потребителя в заблуждение.

Выводы. В ассортименте онлайн-аптек доминируют *Lactobacillus acidophilus* (43%), *Bifidobacterium longum* (36%) и *Lactobacillus rhamnosus* (32%). Большинство пробиотиков являются поликомпонентными (64% выборки). Лишь 32% препаратов имеют идентифицированный штамм, что затрудняет оценку их эффективности с позиций доказательной микробиологии. На онлайн-площадках (особенно «Аптека.ру») пробиотики и синбиотики всё чаще воспринимаются как схожие категории, что требует повышения информированности потребителей и провизоров.

Список литературы

1. Sanders M. E. et al. Probiotics and prebiotics in preventing and treating diseases // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2019. – Vol. 16. – No. 10. – P. 605-616.
2. Hill C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2014. – Vol. 11. – No. 8. – P. 506-514.

ЛЕБЕДЕВА Н.Ш., СЫРБУ С.А., ЮРИНА Е.С., ГУСЕЙНОВ С.С.,
КИСЕЛЕВ А.Н., ЛЕБЕДЕВ М.А., СКОРОБОГАТКИНА И.А.,
ЗАЙЦЕВ М.В.

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 5-[4'-
(ФЕНОКСИДИМЕТИЛЕНОКСИ)-ФЕНИЛ]-10,15,20-ТРИС(N-
МЕТИЛПИРИДИНИЙ-3'-ИЛ)ПОРФИРИН ТРИОДИДА С ДНК**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,
г. Иваново*

e-mail: Irina.Sk.01@mail.ru

LEBEDEVA N.Sh., SYRBU S.A., YURINA E.S., GUSEYNOV S.S.,
KISELEV A.N., LEBEDEV M.A., SKOROBOGATKINA I.A.,
ZAITSEV M.V.

**SYNTHESIS AND STUDY OF THE INTERACTION OF 5-[4'-
(PHENOXYDIMETHYLENEOXY)-PHENYL]-10,15,20-TRIS(N-
METHYLPYRIDINIUM-3'-YL)PORPHYRIN TRIIODIDE WITH DNA**

*G.A. Krestov Institute of Chemistry of Solutions Russian Academy of Sciences,
Ivanovo*

e-mail: Irina.Sk.01@mail.ru

Аннотация: Разработана стратегия синтеза несимметричного водорастворимого порфирина, содержащего на периферии порфиринового макроцикла фенильный фрагмент. Спектральными методами доказано образование интеркаляционного комплекса порфирина с ДНК с расположением порфиринового макрокольца параллельно оси ДНК.

Ключевые слова: порфирин, синтез, ДНК, интеркаляция, круговой дихроизм

Abstract: A strategy for the synthesis of an asymmetric water-soluble porphyrin containing a phenyl fragment at the periphery of the porphyrin macrocycle has been developed. Spectral methods have demonstrated the formation of an intercalation complex of porphyrin with DNA with the porphyrin macrocycle located parallel to the DNA axis.

Keywords: porphyrin, synthesis, DNA, intercalation, circular dichroism

Онкологические заболевания связаны с множественными изменениями в геноме, приводящими к злокачественной трансформации клеток, ускоренному метаболизму и неконтролируемому делению клеток. Одним из механизмов противоопухолевой активности порфиринов является их связывание с ДНК. В настоящее время известны следующие способы связывания порфиринов с ДНК: интеркаляция (рис.1а) [1], комплекс за счет связывания с малой бороздкой (рис.1б) [2], комплекс за счет связывания с большой бороздкой (рис.1в) [2] и внешний комплекс (рис.1г) [3]. Комплексообразование порфиринов с ДНК по типу (рис.1 а, б, в) вызывает

цитостатический эффект, который сильнее проявляется при интеркаляции, так как встраивание порфирина в молекулу ДНК приводит к ее удлинению в 2 раза, что в свою очередь препятствует транскрипции и репликации.

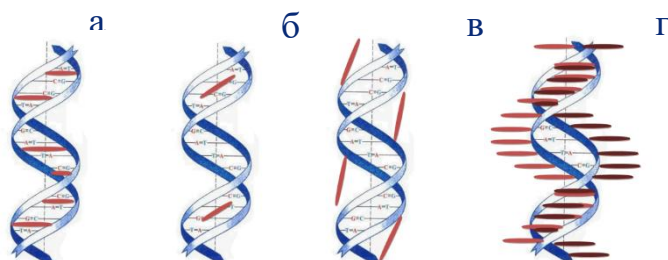


Рисунок 1 – Схематическое представление моделей связывания порфиринов с ДНК.

Порфирины кроме цитостатического эффекта при фотооблучении могут вызывать необратимые изменения - деструкцию ДНК, так как способны при фотовоздействии генерировать активные формы кислорода. Таким образом, порфирины могут стать основой для комплексной терапии (фото – и химиотерапии). К настоящему времени широко исследованы комплексы ДНК с симметрично-замещенными порфиринами, которые, как правило, взаимодействуют с ДНК не сайт специфично. Несимметричное замещение, наряду с введением активного функционального заместителя может решить озвученную выше проблему.

Целью данного исследования являлось получение 5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(N-метилпиридиний-3'-ил)порфирин трииодида и исследование его взаимодействия с ДНК тимуса теленка.

Материалы и методы. В работе использовали ДНК тимуса теленка (Acros Organics), буфер Tris-HCl с pH 7.4. Вода, для приготовления буфера получена с помощью системы водоочистки (I тип), UP-2010, ULAB (Китай).

Электронные спектры поглощения и флуоресценции регистрировали с помощью спектрофотометра AvaSpec-2048 (Avantes BV, Апелдорн, Нидерланды), в ячейке, оснащенной системой терморегуляции на основе элемента Пельтье при 25 °С. Спектрофотометр кругового дихроизма BioLogic MOS-500 (Франция) использовали для получения информации о конформационных изменениях ДНК. Спектры ЯМР ^1H сняты на приборе Bruker Avance-500 USA. Сигналы от растворителей использовали в качестве внутренних стандартов. MALDI-TOF масс-спектры положительных ионов регистрировали на время световом масс-спектрометре Shimadzu AXIMA Confidence с лазерной десорбцией на матрице (Япония).

Обсуждение полученных результатов

Проведен направленный синтез несимметричного водорастворимого порфирина, содержащего на периферии порфиринового макроцикла фенильный фрагмент «привязанный» к порфирину через

диоксидиметиленовый спейсер (5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(N-метилпиридиний-3'ил)порфирин трииодида **2**) (Схема 1).

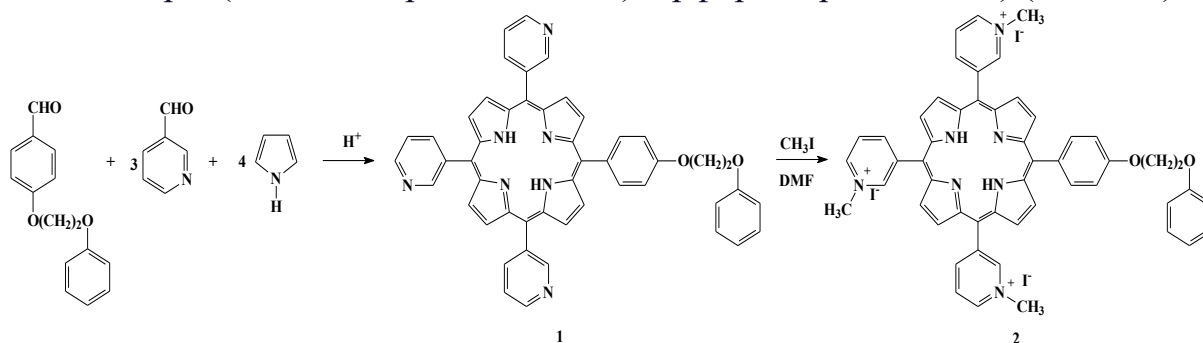


Схема 1. Синтез несимметричного водорастворимого 5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(N-метилпиридиний-3'-ил)порфирина трииодида **2** (PyPh2).

Первоначально конденсаций пиррола со смесью 3-пиридиккарбальдегида и 4-феноксидиметиленоксибензальдегида в молярном соотношении 4:3:1 был получен органорастворимый 5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(пиридин-3'-ил)порфирин **1**. Исходный 4-феноксидиметиленоксибензальдегид был получен последовательным одnoreакторным алкилированием 4-гидроксибензальдегида дибромэтаном, а затем фенолом в бутаноле (Схема 2).

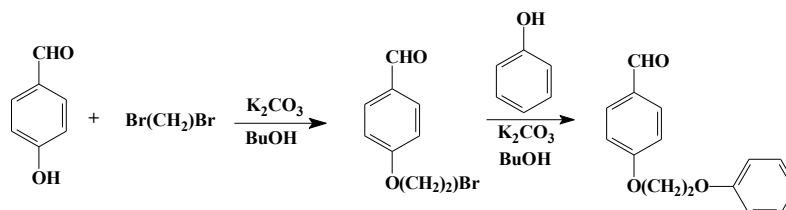


Схема 2. Синтез 4-феноксидиметиленоксибензальдегида.

Органорастворимый 5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(пиридин-3'-ил)порфирин **1** получали по ранее разработанной [4] и усовершенствованной нами методике, а именно: первая стадия реакции с целью получения порфириногена задаваемого соотношением исходных альдегидов и недопустимости окисления порфириногена, образованного более реакционноспособным альдегидом, проводилась в инертной атмосфере, вторая - окисление порфириногена до порфирина, проводилась при пропускании тока воздуха. Образующаяся смесь порфиринов была разделена с использованием колоночной хроматографии на Al_2O_3 . Далее порфирин **1** был кватернизирован иодистым метилом в кипящем диметилформамиде по пиридинильным фрагментам и получен водорастворимый несимметричный порфирин **2**.

Строение синтезированных порфиринов было подтверждено методами современной физической и органической химии.

Взаимодействие синтезированного порфирина с ДНК вызывает гипохромизм 45% и батохромное смещение полосы Соре на 14 нм (рис.2.)

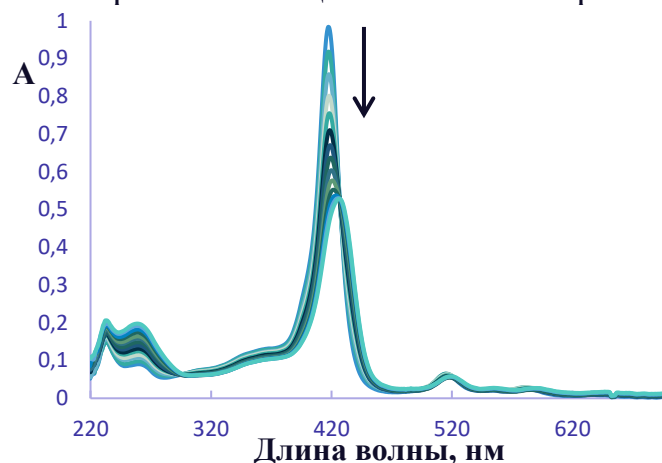


Рисунок 2 – ЭСП RuPh2 ($5.08 \cdot 10^{-6}$ М) при титровании ДНК ($0-1.42 \cdot 10^{-5}$ М)

Полученные данные свидетельствуют о том, что взаимодействие порфирина с ДНК оказывает существенное влияние на $\pi \rightarrow \pi^*$ переход, т.е., вероятно, комплексообразование протекает по интеркаляционному механизму с непосредственным участием ароматической системы порфирина. Обработка полученных результатов (рис.2) в приближении Скетчарда, показала, что зависимость в координатах Скетчарда линейна, т.е. образуется один тип комплекса с $K_{\text{афф}} = 1.22 \cdot 10^7$ л/моль. Константы аффинности большинства комплексов симметрично замещенных порфиринов с ДНК имеют порядок $10^5 - 10^6$ л/моль. Очевидно, что причиной anomalно высокого сродства ДНК к исследуемому порфируну является функциональный заместитель, стабилизирующий комплекс.



Рисунок 3 – Спектры кругового дихроизма ДНК (синяя линия) и его комплекса с RuPh2 (красная линия)

На рис. 3 представлены результаты исследования методом кругового дихроизма ДНК содержащих систем. Как можно видеть из представленных данных CD спектр кругового дихроизма имеет положительный пик приблизительно при 278 нм и отрицательный пик при 244 нм, что

соответствует конформации В-ДНК, т.е. нормальной конформации биополимера в водном растворе при умеренной концентрации соли.

Наличие указанных полос обусловлено стекингowymi взаимодействиями между основаниями и спиральной суперструктурой полинуклеотида [5]. Комплексообразование ДНК с синтезированным порфирином приводит к существенным изменениям в CD спектрах, интенсивности обеих полос уменьшаются, и фиксируется сдвиг в их положениях 282 нм и 252 нм. Эти изменения отражают раскручивание спирали ДНК при интеркаляции. Дополнительные доказательства в пользу образования интеркаляционного комплекса ДНК с порфирином были получены при анализе индуцированных спектров CD, в которых четко видна отрицательная полоса с максимумом при 431 нм, свидетельствующая об угловой ориентации порфиринового макрокольца. Учитывая наблюдаемую отрицательную полосу в индуцированных CD спектрах можно заключить, что, макроциклическое кольцо порфирина расположено параллельно оси ДНК.

Выводы: Синтезирован водорастворимый несимметричный порфирин 5-[4'-(феноксидиметиленокси)-фенил]-10,15,20-трис(N-метилпири-диний-3'-ил)порфирин трииодида. Установлено образование интеркаляционного комплекса порфирин-ДНК с $K_{aff} = 1.22 \cdot 10^7$ л/моль. Причиной аномально высокого сродства ДНК к исследуемому порфирину является функциональный заместитель, стабилизирующий комплекс. Установлено, что макроциклическое кольцо порфирина расположено параллельно оси ДНК.

Список литературы

1. Nguyen T. N., Brewer A., Stulz E. Duplex stabilization and energy transfer in zipper porphyrin–DNA // *Angewandte Chemie*. – 2009. – Vol. 121. – №. 11. – P. 2008-2011.
2. Arba M., Tjahjono D. H. The binding modes of cationic porphyrin-anthraquinone hybrids to DNA duplexes: in silico study // *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. – 2015. – Vol. 33. – №. 3. – P. 657-665.
3. Stulz E. Nanoarchitectonics with porphyrin functionalized DNA // *Accounts of Chemical Research*. – 2017. – Vol. 50. – №. 4. – P. 823-831.
4. Syrbu S. A. et al. Synthesis of hetaryl-substituted asymmetric porphyrins and their affinity to SARS-CoV-2 helicase // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2021. – Vol. 91. – P. 1039-1049.
5. Kelly J. M. et al. A study of the interactions of some polypyridylruthenium (II) complexes with DNA using fluorescence spectroscopy, topoisomerisation and thermal denaturation // *Nucleic Acids Research*. – 1985. – Vol. 13. – №. 17. – P. 6017-6034.

^{1,2}ОЖИМКОВА Е.В., ¹СОКОЛОВА А.В., ²БЕЛЯЕВА И.А.
**РАЗРАБОТКА КИШЕЧНОРАСТВОРИМЫХ МИКРОКАПСУЛ НА
ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО
ПОЛИСАХАРИДАМИ ЛЬНА, ДЛЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ
ЛЕКАРСТВ**

¹Тверской государственный технический университет, г. Тверь

²Тверской государственный медицинский университет

Минздрава России, г. Тверь

e-mail: ozhimkovaev@tvgtmu.ru

^{1,2}OZHIMKOVA E.V., ¹SOKOLOVA A.V., ²BELYAEVA I.A.
**ELABORATION OF ENTERIC-SOLUBLE MICROCAPSULES BASED
ON SODIUM ALGINATE MODIFIED WITH FLAX
POLYSACCHARIDES FOR DRUG DELIVERY SYSTEMS**

¹Tver State Technical University, Tver

²Tver State Medical University of the Ministry of Health of the Russian
Federation, Tver

e-mail: ozhimkovaev@tvgtmu.ru

Аннотация: Предложен состав кишечнорастворимых микрокапсул на основе альгината натрия и полисахаридов льна для систем пероральной доставки лекарств. Обосновано оптимальное соотношение гликановых компонентов, обеспечивающее устойчивость капсул в желудке и контролируемое высвобождение лекарственных средств в кишечнике.

Ключевые слова: альгинаты, полисахариды льна, носители, системы доставки лекарств.

Abstract: Enteric-coated microcapsules based on sodium alginate and flax polysaccharides have been elaborated for oral drug delivery systems. The optimal ratio of glycan components has been substantiated, ensuring capsule stability in the stomach and controlled release of drugs in the intestine.

Keywords: alginates, flax polysaccharides, substrates, drug delivery systems.

Цель исследования. На сегодняшний день твердые лекарственные формы для перорального приема остаются одними из самых популярных средств в современной терапии. Разнообразные капсулы постепенно завоевывают все большее внимание как исследователей, так и практикующих врачей, поскольку являются универсальной лекарственной формой, предназначенной для перорального применения, обладающей такими важными преимуществами, как способность инкапсулировать порошки, полутвердые вещества, жидкости, а на современном этапе развития медицины и различные микродатчики [1]. Инкапсулирование предоставляет возможности для довольно быстрой разработки нового

продукта, а также более точного и гибкого дозирования целевых компонентов, что в свою очередь делает капсулы особенно ценными как при клинических испытаниях препаратов, так и в персонализированной терапии. В дополнение к своей роли «инертных контейнеров», модифицированные материалы оболочки капсулы могут менять скорость высвобождения лекарственного вещества и, следовательно, обеспечивают пролонгированное действие разрабатываемой лекарственной формы [2].

Кроме того, системы контролируемой доставки лекарственных средств обеспечивают поддержание уровня лекарственного средства в терапевтическом окне в течение более длительного времени с минимальными колебаниями концентрации [1]. Системы на основе альгината занимают ведущее место в биомедицинском применении среди различных природных полимеров, используемых в системах доставки лекарств с контролируемым высвобождением. Однако системы, полученные на основе немодифицированного альгината, обычно демонстрируют неконтролируемое или частично контролируемое высвобождение действующих веществ и низкую механическую прочность, поэтому растет интерес к различным модификациям альгината для повышения его функциональности и улучшения характеристик высвобождения действующих веществ [1,2].

Материалы и методы исследования. В работе предложен состав микрокапсул для пероральной доставки лекарственных средств с защитой от деградации в желудочной среде и контролируемым высвобождением в кишечнике. В качестве основы использован альгинат натрия - биосовместимый и биodeградируемый полисахарид, способный к ионотропному гелеобразованию. Для улучшения механической устойчивости, модуляции кинетики высвобождения и обеспечения кишечнорастворимых свойств альгинатная матрица была модифицирована полисахаридами семян льна [3]. Микрокапсулы получали методом ионотропного гелеобразования с последующей лиофильной сушкой.

При приготовлении растворов альгината натрия для полного растворения полисахарида перемешивание продолжали в течение 3 часов. Полученный раствор помещали в делительную воронку с градуировочными делениями, под воронкой размещали стакан, установленный на платформе магнитной мешалки, с 2%-ым раствором хлорида кальция. Затем включали магнитную мешалку при минимальных оборотах, открывали кран делительной воронки, контролируя, чтобы раствор альгината поступал в раствор хлорида кальция строго по одиночным каплям. Полученные капсулы 25 минут выдерживали в растворе хлорида кальция, после чего отделяли от раствора, промывали на сите дистиллированной водой и высушивали лиофильно. Для модификации состава капсул из альгината натрия использовали полисахариды льна. Исследованы различные соотношения полисахаридов, экспериментально установлено, что

соотношение полисахаридных компонентов существенно влияет на морфологию и структурную целостность получаемых капсул.

Результаты исследования и их обсуждение. С учетом таких параметров как механическая устойчивость, внешний вид и функциональные свойства, лучшим вариантом установлены капсулы, полученные соотношении 1,5% натрия альгината и 2,5% полисахаридов льна. При использовании растворов альгината с концентрацией ниже 1,5% отмечена недостаточная прочность гелевой матрицы вследствие слабого сшивания ионами кальция, что в свою очередь проявляется в деформации капсул: они формируются неровными и склонны к разрушению на стадии формирования. Увеличение концентрации полисахаридов льна выше 2,5% приводит к повышению влагоудерживающей способности матрицы и избыточному набуханию формируемых капсул, в результате образуются аморфные гелевые агрегаты вместо четко сформированных капсул. Таким образом, соотношение 1,5% альгината и 2,5% полисахаридов льна обеспечивает баланс между механической прочностью (благодаря альгинату) и модулируемым набуханием (благодаря полисахаридам льна), что критически важно для получения устойчивых, правильно сформированных капсул с целенаправленным высвобождением в кишечнике.

Выводы. Предложенные кишечнорастворимые микрокапсулы на основе альгината натрия и полисахаридов льна представляют собой перспективную платформу для пероральной доставки лекарственных и биологически активных веществ, чувствительных к агрессивной среде желудка. Использование природных, биосовместимых и относительно недорогих компонентов делает технологию доступной для масштабирования и внедрения в фармацевтическую и функциональную пищевую промышленность. Полученные капсулы могут быть применены при создании новых форм пробиотиков, противовоспалительных, антимикробных и других препаратов, а также функциональных продуктов питания с пролонгированным действием.

Список литературы

1. State-of-the-art and future perspectives in ingestible remotely controlled smart capsules for drug delivery: a GENEGUT review / S.V. Hoffmann [et al.] // European Journal of Pharmaceutical Sciences. 2024. Vol.203. Article 106911.
2. Next generation capsules: emerging technologies in capsule fabrication and targeted oral drug delivery / E.Millet [et al.] //European Journal of Pharmaceutical Sciences. 2025.Vol.214. Article 107277.
3. Способ получения полисахаридов льна: пат. 2358983 Рос. Федерация. № 2008100613/13 / Ожимкова Е.В., Сульман М.Г., Сидоров А.И., заявл. 09.01.2008; опубл. 20.06.2009, Бюл. № 17. 6 с.

ПАСХИНА М.А., ЕРМАКОВА А.А., ИЗМАЙЛОВА К.А.,
МАСТАЧЕНКО А.И.
**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ
ПРОБИОТИКОВ И ОЦЕНКА ИХ БЕЗОПАСНОСТИ**
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н.
Ульянова»
e-mail: marpas26rus@gmail.com

PASKHINA M.A., ERMAKOVA A.A., IZMAILOVA K.A.,
MASTACHENKO A.I.
**BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF
PROBIOTICS AND ASSESSMENT OF THEIR SAFETY**
I.N. Ulyanov Chuvash State University
e-mail: marpas26rus@gmail.com

Аннотация: В работе рассмотрены современные биотехнологические методы получения пробиотических препаратов. Проанализированы подходы к оценке фармакологической безопасности на доклиническом этапе. Показана необходимость молекулярно-генетической идентификации штаммов.

Ключевые слова: пробиотики, биотехнология, фармакологическая безопасность, контроль качества, штаммы.

Abstract: The paper discusses modern biotechnological methods for obtaining probiotic preparations. Approaches to assessing pharmacological safety at the preclinical stage are analyzed. The need for molecular genetic identification of strains is shown.

Keywords: probiotics, biotechnology, pharmacological safety, quality control, strains.

Цель исследования. Систематизировать современные биотехнологические подходы к созданию пробиотиков, а также проанализировать методы оценки их безопасности на доклиническом этапе.

Материалы и методы исследования. В работе проведён анализ научной литературы за период 2020–2025 гг. из баз данных eLibrary, PubMed и Scopus. Всего проанализировано 27 источников, из которых для детального рассмотрения отобраны 15, содержащих экспериментальные данные о биотехнологических методах получения пробиотиков и результатах их доклинического изучения.

Методологическая база включала:

- анализ биотехнологических протоколов культивирования, иммобилизации и генетической модификации пробиотических штаммов;
- сравнительную оценку методов микробиологической, молекулярно-генетической и токсикологической безопасности;

**VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием
«Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих
технологий»**

- обобщение результатов с последующим синтезом в виде алгоритма.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа выделены три основные группы биотехнологических подходов к созданию пробиотиков:

1. Классическая селекция — выделение аборигенных штаммов с последующей оценкой антагонистической активности, устойчивости к кислой среде и желчи, адгезивных свойств. Этот подход наиболее безопасен с биологической точки зрения, но ограничен природным разнообразием.

2. Генетическая инженерия — встраивание целевых генов (например, кодирующих синтез бактериоцинов, факторов адгезии или ферментов) в плазмиды безопасных штаммов *Lactobacillus* или *Bifidobacterium*. Позволяет усиливать пробиотические свойства, однако требует тщательного контроля за распространением рекомбинантной ДНК.

3. Постбиотические технологии — инактивация биомассы (температурная, химическая или ультразвуковая) с сохранением биологически активных метаболитов. Исключает риск транслокации живых бактерий, но сопряжена с проблемой стандартизации состава.

Что касается оценки безопасности, анализ показал, что обязательными элементами доклинического изучения являются:

- Микробиологическая безопасность (отсутствие гемолитической активности, продукции токсинов, патогенных факторов);
- Антибиотикорезистентность (отсутствие приобретённых генов резистентности, способных к горизонтальному переносу);
- Молекулярно-генетическая идентификация (секвенирование 16S рРНК для подтверждения таксономической принадлежности);
- Токсикологическая оценка (исследование транслокации на животных моделях, субхроническая токсичность).

Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 — Сравнение биотехнологических подходов к созданию пробиотиков

Подход	Преимущества	Ограничения	Риски безопасности
Классическая селекция	Природный аналог, низкая иммуногенность	Ограниченный функционал	Минимальны
Генетическая инженерия	Усиление целевых свойств	Риск переноса генов	Средний (требуется контроль)
Постбиотики	Безопасны у иммунокомпрометированных	Сложность стандартизации	Низкий

Обсуждение. Полученные результаты показывают, что выбор биотехнологического подхода напрямую определяет спектр необходимых исследований безопасности. Для классических селекционных штаммов достаточно микробиологического скрининга и молекулярной идентификации [1]. Генетически модифицированные пробиотики требуют дополнительной оценки стабильности встроенных генов и риска горизонтального переноса [2]. Постбиотики, несмотря на кажущуюся безопасность, нуждаются в валидированных методах контроля состава — отсутствие стандартов в этой области отмечено в ряде публикаций [3, 4].

Особого внимания заслуживает проблема антибиотикорезистентности. В трёх проанализированных исследованиях у коммерческих пробиотических штаммов *Lactobacillus rhamnosus* и *Lactobacillus plantarum* были обнаружены гены tet(M) и erm(B), локализованные на мобильных генетических элементах. Это создаёт потенциальную возможность передачи таких генов патогенной микрофлоре кишечника [5].

На основе проведённого анализа предлагается следующий алгоритм сочетания биотехнологической разработки и оценки безопасности:

1. Этап выбора штамма — выделение или конструирование кандидата.
2. Этап первичного скрининга — гемолиз, антибиотикорезистентность, ПЦР на гены вирулентности.
3. Этап идентификации — секвенирование 16S рРНК (обязательно).
4. Этап углублённой оценки (по показаниям) — модели транслокации на иммуносупрессированных животных, субхронические исследования.
5. Этап постбиотической модификации (при необходимости) — выбор метода инактивации с валидацией стабильности.

Данный алгоритм согласуется с рекомендациями FAO/WHO, однако предлагает более чёткую последовательность действий для исследовательских лабораторий.

Выводы.

1. Современная биотехнология предлагает три основных подхода к созданию пробиотиков: классическую селекцию, генетическую инженерию и постбиотические технологии. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения.
2. Оценка безопасности пробиотических штаммов обязательно должна включать микробиологические, молекулярно-генетические и, в отдельных случаях, токсикологические методы.
3. Молекулярно-генетическая идентификация (секвенирование 16S рРНК) является обязательным этапом для всех штаммов, предназначенных для медицинского применения.

4. Постбиотики представляют собой перспективную альтернативу для иммунокомпрометированных пациентов, но требуют разработки унифицированных стандартов контроля качества.

5. Предложенный пятиэтапный алгоритм может быть рекомендован в качестве основы для доклинического изучения новых пробиотических препаратов в условиях исследовательских и производственных лабораторий.

Список литературы

1. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. – М.: ГРАНТЪ, 2021. – Т. 3. – 288 с.
2. Кузнецова Т.А., Михайлова Н.В. Генетически модифицированные пробиотики: достижения и риски // Биотехнология. – 2024. – № 2. – С. 34–42.
3. Позняковский В.М., Романова Н.К. Безопасность и контроль качества биологически активных добавок // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93, № 1. – С. 23–30.
4. Aguilar-Toalá J.E., Garcia-Varela R., Garcia H.S. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field // Trends in Food Science & Technology. – 2023. – Vol. 118. – P. 487–495.
5. Gueimonde M., Sánchez B., de los Reyes-Gavilán C.G. Antibiotic resistance in probiotic bacteria // Frontiers in Microbiology. – 2023. – Vol. 14. – P. 115–124.

ПОПОВА М.М., БОГДАНОВА Н.В.
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХЛОРИДА ЦИНКА
И ЦИНК-КАРНОЗИНА НА ФИБРИЛЛООБРАЗОВАНИЕ
ИНСУЛИНА *IN VITRO***

*Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета,
Республика Беларусь, г. Минск
e-mail: popova.mas2004@icloud.com*

POPOVA M.M., BOGDANOVA N.V.
**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF ZINC
CHLORIDE AND ZINC-CARNOSINE ON INSULIN FIBRILLATION *IN
VITRO*.**

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: popova.mas2004@icloud.com*

Аннотация: Исследовано влияние неорганического ($ZnCl_2$) и органического (цинк-карнозин) соединений цинка на кинетику фибриллообразования инсулина. Установлено, что оба соединения подавляют агрегацию, причем оптимальной концентрацией является 20 мМ. Хлорид цинка демонстрирует более выраженную ингибирующую активность ($7,64 \pm 0,39$ отн. ед.) по сравнению с цинк-карнозином ($9,84 \pm 0,11$ отн. ед.) через 24 часа инкубации.

Ключевые слова: инсулин, фибриллообразование, хлорид цинка, цинк-карнозин, амилоидогенез.

Abstract: The effect of inorganic ($ZnCl_2$) and organic (zinc-carnosin) zinc compounds on the kinetics of insulin fibrillogenesis was studied. It was found that both compounds inhibit aggregation, with an optimal concentration of 20 mM. Zinc chloride demonstrates a more pronounced inhibitory activity ($7,64 \pm 0,39$) compared to zinc-carnosin ($9,84 \pm 0,11$) after 24 hours of incubation.

Keywords: insulin, fibrillogenesis, zinc chloride, zinc-carnosin, amyloidogenesis.

Цель исследования. исследовать влияния $ZnCl_2$ и цинк-карнозин соединений цинка на кинетику и механизмы фибриллообразования инсулина.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служила субстанция рекомбинантного человеческого инсулина (2 мг/мл). Индукцию фибриллообразования осуществляли путем инкубации раствора инсулина в Tris-буфере (pH 7,4) при температуре 37°C в условиях интенсивного механического перемешивания в течение 24 часов.

Для оценки влияния соединений на кинетику фибриллообразования в исследуемые пробы вносили растворы хлорида цинка (ZnCl_2) и цинк-карнозина в концентрациях 10, 20 и 30 мМ.

Контроль процесса фибриллообразования осуществляли методом флуоресцентной спектроскопии с использованием тиафлавина Т (ThT) – специфического зонда, интенсивность свечения которого пропорциональна количеству сформированных амилоидных фибрилл. Регистрацию флуоресценции проводили на спектрофлуориметре Shimadzu RF-5301 PC при длине волны возбуждения 440 нм и эмиссии 481–483 нм [1].

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе работы была валидирована модель агрегации инсулина. Контрольные образцы (чистый инсулин) продемонстрировали классическую кинетику амилоидогенеза: интенсивность флуоресценции ThT достоверно возрастала от $9,72 \pm 0,52$ отн. ед. (5 ч) до $17,93 \pm 0,57$ отн. ед. (24 ч), что подтверждает формирование зрелых амилоидных фибрилл.

Анализ влияния хлорида цинка показал нелинейную зависимость ингибирующего эффекта от концентрации. При концентрации 30 мМ наблюдалось умеренное подавление агрегации к 24 часу ($11,03 \pm 0,17$ отн. ед.), при 10 мМ эффект был менее выражен ($9,95 \pm 0,21$ отн. ед.). Наиболее эффективной оказалась концентрация 20 мМ, при которой интенсивность флуоресценции снизилась до минимального значения $7,64 \pm 0,39$ отн. ед., что более чем в 2 раза ниже контроля (таблица 1)

Цинк-карнозин также продемонстрировал способность подавлять агрегацию, однако кинетика процесса отличалась от неорганической соли. При концентрации 30 мМ зафиксировано сильное подавление на 10-м часе ($8,96 \pm 0,10$ отн. ед.), однако к 24 часам интенсивность флуоресценции возрастала до $12,38 \pm 0,14$ отн. ед., что может указывать на нестабильность комплекса. При концентрациях 10 и 20 мМ наблюдалось более стабильное ингибирование ($10,06 \pm 0,18$ и $9,84 \pm 0,11$ отн. ед. соответственно) [2].

Таблица 1 – Показатели интенсивности флуоресценции ThT в комплексе с инсулином при добавлении хлорида цинка и цинк-карнозина в концентрациях 30, 20 и 10 мМ/мл.

Значения	5 ч	10 ч	24 ч
Инсулин	$9,72 \pm 0,52$	$14,81 \pm 0,20$	$17,93 \pm 0,57$
ZnCl_2 30 мМ/мл	$14,58 \pm 0,19$	$13,63 \pm 0,19$	$11,3 \pm 0,17$
ZnCl_2 20 мМ/мл	$11,72 \pm 0,31$	$12,08 \pm 0,18$	$7,64 \pm 0,39$
ZnCl_2 10 мМ/мл	$9,02 \pm 0,12$	$12,22 \pm 0,10$	$9,95 \pm 0,21$
Цинк карнозин 30 мМ/мл	$10,17 \pm 0,27$	$8,96 \pm 0,10$	$12,38 \pm 0,14$
Цинк карнозин 20 мМ/мл	$11,15 \pm 0,12$	$10,64 \pm 0,16$	$9,84 \pm 0,11$
Цинк карнозин 10 мМ/мл	$12,43 \pm 0,12$	$9,33 \pm 0,38$	$10,06 \pm 0,18$

Сравнительный анализ показал, что оба соединения цинка эффективно предотвращают структурную дестабилизацию инсулина по сравнению с контролем. При сопоставлении двух соединений видно, что хлорид цинка обладает более высокой ингибирующей активностью, чем цинк-карнозин, во всех исследованных концентрациях (рисунок 1).

При концентрации 20 мМ разница наиболее существенна: хлорид цинка снижает показатель до $7,64 \pm 0,39$ отн. ед., что значительно ниже значения для цинк-карнозина ($9,84 \pm 0,11$ отн. ед.). Непопадание доверительных интервалов указывает на статистически значимое превосходство хлорида цинка на этой концентрации [3].

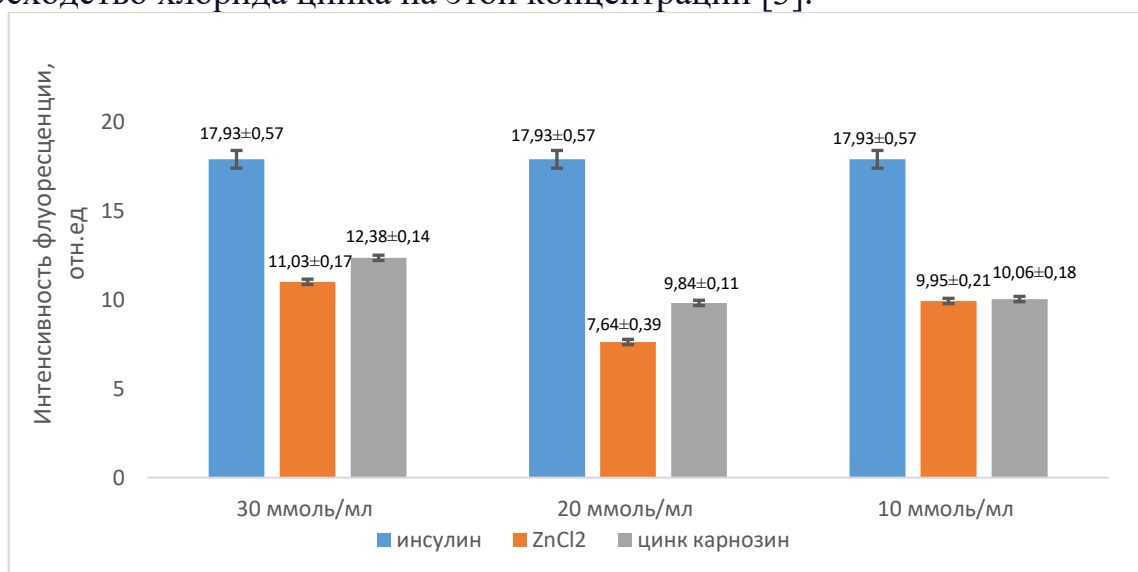


Рисунок 1 – Флуоресценция ThT в комплексе с инсулином при добавлении цинк-карнозина и хлорида цинка в концентрациях 30, 20 и 10 мМ/мл через 24 часа.

Для обоих веществ наблюдается немонотонная зависимость «концентрация — эффект». Максимальное подавление фибриллогенеза достигается не при самой высокой концентрации, а при средней (20 мМ), которая обеспечивает максимальное снижение флуоресценции для обоих веществ, особенно для хлорида цинка. Высокая концентрация (30 мМ) приводит к увеличению флуоресценции по сравнению с концентрацией 20 мМ (рост с $7,64$ до $11,03$ для хлорида цинка и с $9,84$ до $12,38$ для цинк-карнозина).

Данный феномен может указывать на то, что избыток ионов цинка или молекул карнозина меняет механизм агрегации, возможно, способствуя образованию олигомеров или аморфных агрегатов, которые также могут в небольшой степени связывать ThT, либо вызывая осадочные эффекты [4].

Выводы. Результаты исследования показали, что как неорганический хлорид цинка, так и хелатный комплекс цинк-карнозин обладают выраженной способностью ингибировать процесс

фибриллообразования инсулина *in vitro*. Экспериментально выявлен нелинейный характер зависимости ингибирующего эффекта от концентрации, с максимумом подавления агрегации при концентрации 20 мМ для обоих соединений.

При сравнительном анализе установлено, что хлорид цинка демонстрирует более стабильный и выраженный ингибирующий эффект на поздних стадиях инкубации (24 ч), обеспечивая минимальную интенсивность флуоресценции тиофлавина Т ($7,64 \pm 0,39$ отн. ед.) по сравнению с цинк-карнозином ($9,84 \pm 0,11$ отн. ед.). Несмотря на то, что цинк-карнозин проявляет высокую эффективность на начальных этапах агрегации, хлорид цинка является более предпочтительным агентом для обеспечения долгосрочной стабильности инсулина и предотвращения образования амилоидных фибрилл.

Список литературы

1. Galzitskaya, O. V. Kinetics of Amyloid Formation by Different Proteins and Peptides: Polymorphism and Sizes of Folding Nuclei of Fibrils / O. V. Galzitskaya, N. V. Dovidchenko, O. M. Selivanova // Exploring New Findings on Amyloidosis. – 2016. – P. 145–166.
2. Kato, H. et al. Structural analysis of zinc-carnosine complex / H. Kato [et al.] // Journal of Inorganic Biochemistry. – 2012. – Vol. 115. – P. 1–7.
3. Knowles, T. P. J. The amyloid state and its association with disease / T. P. J. Knowles, M. Vendruscolo, C. M. Dobson // Nature Reviews Molecular Cell Biology. – 2014. – Vol. 15, № 6. – P. 384–396.
4. Zheng, G.Q. Anethofuran, carvone, and limonene: potential cancer chemopreventive agents from dill weed oil and caraway oil / G.Q. Zheng, P.M. Kenney, L.K. Lam // Planta Med. – 1992. – Vol. 58. – P. 338–341.

РАДАРАПУ Л., КОВАЛЬ А.Н.
**ВНЕМИШЕННОЕ СВЯЗЫВАНИЕ G-КВАДРУПЛЕКСОВ
АНТИВИРУСНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ: СКРИНИНГ ТОПОТЕКАНА,
CX-5461 И TMPyP4 НА ПАНЕЛИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ G4-МИШЕНЕЙ
И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОДА**

*Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель,
Республика Беларусь
e-mail: radarapulahithya19@gmail.com*

RADARAPU L., KOVAL A.N.
**OFF-TARGET G-QUADRUPLEX BINDING OF ANTIVIRAL
DRUGS: SCREENING OF TOPOTECAN, CX-5461 AND TMPyP4
AGAINST HUMAN G4 TARGETS AND IMPLICATIONS FOR FETAL
SAFETY**

*Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus
e-mail: radarapulahithya19@gmail.com*

Аннотация: G-квадруплексы (G4) – неканонические структуры ДНК/РНК, регулирующие экспрессию генов. Антивирусные препараты, стабилизирующие вирусные G4, могут неспецифически связываться с G4-мотивами генома человека. Мы проанализировали данные высокопроизводительного скрининга G4QuadScreen для топотекана, CX-5461 и TMPyP4. TMPyP4 связал 5/5 G4-мишеней (100%) и проявил 100% цитотоксичность. CX-5461 связал 4/5 мишеней (80%) и также 100% цитотоксичен. Топотекан связал 2/5 мишеней (40%) в FRET-анализе, но 5/5 в тесте на селективность, при этом цитотоксичность отсутствовала (0%). Отсутствие острой клеточной гибели не гарантирует безопасность для плода, так как возможно изменение экспрессии генов развития. Скрининг связывания G4 должен стать обязательным этапом доклинической оценки противовирусных препаратов для беременных.

Ключевые слова: G-квадруплексы, противовирусные препараты, топотекан, CX-5461, TMPyP4, безопасность плода.

Abstract: G-quadruplexes (G4) are non-canonical structures in DNA/RNA regulating gene expression. Antiviral drugs stabilizing viral G4 may non-specifically bind to human G4 motifs. Analysis with G4QuadScreen high-throughput data for topotecan, CX-5461 and TMPyP4 was performed. TMPyP4 bound 5/5 G4 targets (100%) and showed 100% cytotoxicity. CX-5461 bound 4/5 targets (80%) and also 100% cytotoxic. Topotecan bound 2/5 targets (40%) in FRET assays but 5/5 in selectivity tests, with 0% cytotoxicity. Nevertheless, the absence of acute cell death does not guarantee fetal safety. G4 binding screening should become mandatory in preclinical evaluation of antivirals for pregnant women.

Keywords: G-quadruplexes, antiviral drugs, topotecan, CX-5461, TMPyP4, fetal safety.

Introduction: Non-canonical structures, known as G-quadruplexes (G4s), are formed in guanine-rich DNA and RNA sequences. They regulate transcription, replication, and chromatin architecture [1]. Several G4-stabilizing ligands, e.g., TMPyP4, CX-5461, topotecan, pyridostatin, and BRACO-19 can stabilize G4s to suppress HIV-1, SARS-CoV-2, and cytomegalovirus proliferation [2]. Nearly 10,000 G4s are in the human genome, mainly within promoters necessary for embryonic development, including SHH, PAX6, HOX clusters, and apoptotic regulators [3,4]. Ligand binding to these host G4s risks altering gene expression and inducing replicative stress. This poses a particular threat to rapidly dividing fetal cells.

Research aim: To quantitatively profile topotecan, CX-5461, and TMPyP4 interactions with human G4s via high-throughput screening (HTS).

Materials and methods: The G4QuadScreen database was applied. This resource contains biophysical and cellular HTS data for five canonical targets: c-MYC, htel (telomeric), Kras, c-kit1, and c-kit2, including the following assay types:

- FRET melting (ΔT_m) to characterize the impact of the ligands on G4 stability;
- direct binding assays (K_d) conducted in various buffers;
- MTT assays performed over 48 and 72 hours across five human cancer cell lines (HELA, A549, MCF7, A375, HCT116);
- selectivity assays (FRET ΔT_m) in the presence of competing DNA.

For each ligand-target combination, the number of experimental conditions (varying ligand concentrations and buffers) yielding an active result (Class_Predicted = 1) was recorded, and the interaction was considered true if at least one condition produced a positive outcome. Cytotoxicity was calculated as the percentage of cell lines showing activity in the MTT test.

Results and discussion: The data are summarised in Table 1.

TMPyP4 bound all five human G4 targets across all four assay types (FRET, K_d , selectivity). It exhibited 100% cytotoxicity across all cell lines and time points evaluated. Thus, TMPyP4 is a highly potent but non-selective G4 binder. CX-5461, at low concentration (LGR 5), bound 3/5 targets (60%), while at high concentration (LGR 10), it bound 4/5 targets (80%). Its cytotoxicity was also 100%. The drug stabilized G4s in the promoters of c-MYC, Kras, c-kit1, and c-kit2. Topotecan interacted with only 2/5 G4s (40%) in FRET assays but bound all five targets (100%) in the selectivity assay (FRET ΔT_m). Its cytotoxicity was zero (0/5 cell lines, 0%), despite successful cellular localisation was confirmed (AD=inside).

Table 1 – G4 binding and cytotoxicity of three antiviral ligands (according to G4QuadScreen data)

Ligand	G4 targets bound (FRET)	G4 targets bound (selectivity assay)	Cytotoxicity (MTT, % of lines)
TMPyP4	5/5 (100%)	5/5 (100%)	100%
CX-5461	4/5 (80%)	4/5 (80%)	100%
Topotecan	2/5 (40%)	5/5 (100%)	0%

Across all assay types (FRET, Kd dissociation constant determination, and selectivity assessment), TMPyP4 demonstrated binding to all five G4 targets. Cell toxicity was observed across all 10 cell line and timepoint combinations (100%), confirming the ligand's high potency but lack of selectivity for G4 structures.

At a low concentration (LGR 5), CX-5461 interacted with three of five targets (60%), while at a high concentration (LGR 10), it interacted with four of five (80%). The cytotoxicity level was also 100%. The drug stabilizes G4 structures in the promoters of the c-MYC, Kras, and c-kit1 genes, and at high doses, also c-kit2.

In FRET assays, topotecan bound to only two of five targets (Kras and c-kit1), accounting for 40%. However, in the selectivity assay (FRET-deltaTM), it demonstrated activity against all five G4 structures (100%). However, there was no cytotoxic effect (0 of 5 lines, 0%), despite intracellular accumulation of the drug (AD = intra).

Topotecan interacts with multiple human G-quadruplexes yet fails to induce cell death. This divergence between the antiviral agent's binding affinity and its cytotoxic impact holds significant implications for fetal health, as it may affect embryonic development without compromising cellular survival. These observations align with existing literature regarding the role of G-quadruplexes in embryogenesis. The lack of DHX36 helicase, which resolves G-quadruplex structures, results in early developmental defects [5]. Pharmacologically stabilizing G-quadruplexes mimics helicase deficiency, thereby triggering chromatin remodeling and developmental changes.

Conclusions: Agents targeting G-quadruplex motifs represent promising antiviral candidates; however, their off-target interaction with human G-quadruplexes poses substantial risks to the fetus. Our high-throughput screening results for topotecan, CX-5461, and TMPyP4 indicate that the latter two are potent, cytotoxic G-quadruplex binders. The third compound exhibits superior binding selectivity but remains non-cytotoxic (as noted previously). In this scenario, the absence of cytotoxicity does not mitigate threats to fetal safety. We recommend incorporating assays for human G-quadruplex binding into the mandatory preclinical evaluation of any antiviral medication intended for use during pregnancy. Subsequent investigations will prioritize the creation of highly specific ligands that avoid recognition of human G-quadruplex sequences.

List of references

1. Rhodes D., Lipps H.J. G-quadruplexes and their regulatory roles in biology // *Nucleic Acids Research*. – 2015. – Vol. 43, No. 18. – P. 8627–8637.
2. Zhao C., et al. Targeting RNA G-quadruplexes in SARS-CoV-2: therapeutic implications // *Cell Chemical Biology*. – 2021. – Vol. 28, No. 8. – P. 1176–1189.
3. Murat P., Balasubramanian S. G-quadruplex structures in DNA: existence and implications // *Current Opinion in Genetics & Development*. – 2014. – Vol. 25. – P. 22–29.
4. Bobrovnik DA Analysis of guanine quadruplex content within human apoptosis-regulating genes // *Problems and Prospects of Modern Medicine: collection of scientific articles of the XIX Republican scientific-practical conference with international participation of students and young scientists*. – Gomel, 2022. – Vol. 6. – P. 89–91.
5. Chen MC, et al. DHX36 controls embryonic development via G-quadruplex resolution // *Nature Communications*. – 2022. – Vol. 13. – Article 1172.

^{1,2}РАХИМОВ Р.Р., ¹ГАРЕЕВ Р.Ф., ¹КУЧАРОВА З.А., ²БРЯНЦЕВА Е.В.
**НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ ОСТРЫХ ДИАРЕЯХ
 ВИРУСНОЙ ЭТИОЛОГИИ**

¹Научно-исследовательский институт вирусологии, Ташкент, Узбекистан

²Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент,
 Узбекистан

e-mail: rakhimov.r0106@yandex.ru

^{1,2}RAKHIMOV R.R., ¹GAREEV R.F., ¹KUCHAROVA Z.A., ²
 BRYANTSEVA E.V.

**NUTRITIONAL SUPPORT IN ACUTE VIRAL DIARRHEA: CURRENT
 EVIDENCE-BASED APPROACHES AND CLINICAL LIMITATIONS**

¹ *Research Institute of Virology, Tashkent, Uzbekistan*

² *Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan*

e-mail: rakhimov.r0106@yandex.ru

Аннотация: Вирусные кишечные инфекции являются ведущей причиной острого гастроэнтерита. Растёт интерес к нутритивным подходам наряду с регидратационной терапией. Оценены данные по пробиотикам, цинку и витаминам на основе современных обзоров и рекомендаций. Показана вариабельная, но клинически значимая эффективность при дозо- и штамм-специфическом применении.

**VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием
 «Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих
 технологий»**

Ключевые слова: вирусные кишечные инфекции, острый гастроэнтерит, ротавирус, норовирус, нутритивная поддержка, пробиотики, цинк, витамин D, микробиота кишечника, иммунный ответ.

Abstract: Viral intestinal infections are a leading cause of acute gastroenteritis. Interest in nutritional approaches alongside rehydration therapy is increasing. Evidence on probiotics, zinc, and vitamins was assessed from current reviews and guidelines. Effects are variable but clinically relevant with dose- and strain-specific use.

Keywords: viral gastrointestinal infections, acute gastroenteritis, rotavirus, norovirus, nutritional support, probiotics, zinc, vitamin D, gut microbiota, immune response

Введение. Острый вирусный гастроэнтерит представляет собой полиэтиологический синдром, в основе которого лежит поражение эпителия тонкой кишки с последующим развитием секреторной диареи, дегидратации и системного воспалительного ответа [4,5]. На глобальном уровне ротавирусная и норовирусная инфекции сохраняют доминирующее значение, особенно в педиатрической практике и организованных коллективах [3].

Современные рекомендации ESPGHAN/ESPID и WHO фиксируют приоритет регидратационной терапии как базисного вмешательства, однако параллельно формируется концепция «метаболически-иммунной поддержки», включающей нутритивные и микробиом-ориентированные стратегии. Данный подход основан на признании кишечника как иммунно-метаболического органа, где нутриенты выступают не только субстратами, но и регуляторными молекулами воспаления [1-5].

Цель исследования. Оценка современного уровня доказательности нутритивной поддержки при вирусных кишечных инфекциях с акцентом на клиническую эффективность, ограничивающие факторы и перспективы персонализированной нутритивной терапии.

Материалы и методы. Проведён структурированный анализ публикаций 2019–2024 гг. из баз PubMed, Cochrane Library, WHO, ESPGHAN, с включением систематических обзоров, рандомизированных контролируемых исследований и метаанализов. Критерием включения являлась оценка клинических исходов при применении пробиотиков, витамина D, витамина С и цинка при острых вирусных гастроэнтеритах.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ современных данных демонстрирует, что эффективность нутритивных вмешательств при вирусных кишечных инфекциях не является универсальной и определяется рядом факторов, включая штаммовую специфичность, исходный нутритивный статус пациента и иммунологический фон [3]

Пробиотики рассматриваются как биологически активные модуляторы кишечной экосистемы, способные влиять на патогенетические

звенья вирусной диареи через конкуренцию с патогенами, усиление барьерной функции эпителия и регуляцию цитокинового ответа. Однако результаты метаанализов демонстрируют гетерогенность эффекта: клинически значимое сокращение длительности диареи наблюдается преимущественно при применении ограниченного числа штаммов, в частности *Lactobacillus rhamnosus* GG и *Saccharomyces boulardii*. При этом отсутствие стандартизации дозировок и схем применения существенно снижает воспроизводимость результатов [3].

Цинк занимает наиболее устойчивую позицию в доказательной базе нутритивной терапии диарейных синдромов. Его биологическая роль определяется участием в регуляции ферментативной активности, стабилизации клеточных мембран и контроле пролиферации энтероцитов. Клинические данные подтверждают снижение длительности диареи и ускорение регенерации слизистой оболочки кишечника при его применении. Наиболее выраженный эффект наблюдается в педиатрической популяции с исходным дефицитом микроэлемента [3,4].

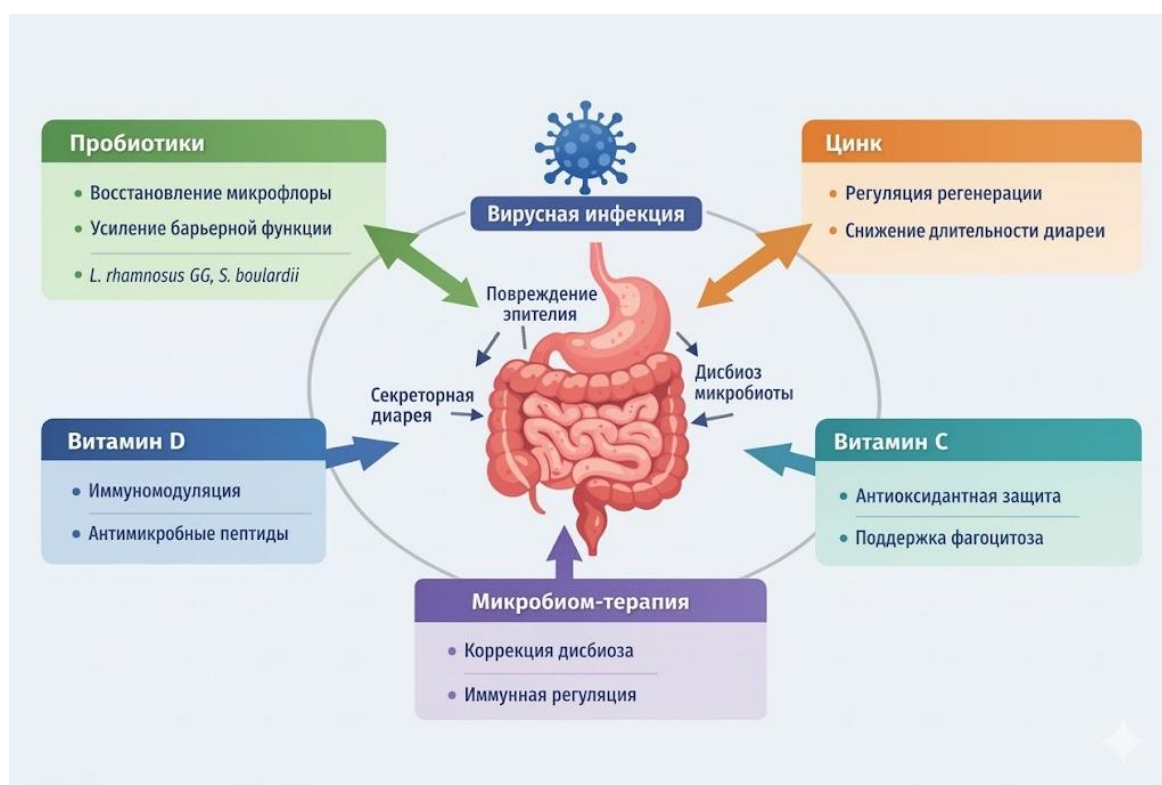


Рисунок 1 – Нутриевая поддержка при острых диареях вирусной этиологии

Витамин D рассматривается как иммуномодулирующий фактор, влияющий на экспрессию антимикробных пептидов и дифференцировку Т-клеточного ответа. Ассоциация между дефицитом витамина D и

повышенной восприимчивостью к инфекциям подтверждена многочисленными наблюдательными исследованиями, однако прямые интервенционные данные при вирусном гастроэнтерите остаются ограниченными, что снижает уровень доказательности его рутинного применения [2].

Витамин С демонстрирует биологическую активность, связанную с антиоксидантной защитой и регуляцией фагоцитарной активности. Несмотря на теоретическую обоснованность, клинические эффекты при остром вирусном гастроэнтерите остаются вариабельными и не достигают уровня статистически устойчивого терапевтического эффекта в большинстве контролируемых исследований [3].

Отдельного внимания заслуживает концепция микробиом-ассоциированного восстановления, согласно которой вирусная инфекция приводит к структурной и функциональной дисбиозе кишечной микробиоты. В этом контексте пробиотическая терапия рассматривается как инструмент частичной реконструкции микробного гомеостаза, однако её эффективность зависит от исходного микробиомного профиля и требует дальнейшей стратификации пациентов [3].

В целом, нутритивная поддержка должна рассматриваться как адъювантный компонент терапии, не заменяющий регидратационные и симптоматические вмешательства, но способный модифицировать течение заболевания при правильном подборе вмешательств [1,3] (Рисунок 1).

Выводы. Нутритивная поддержка при вирусных кишечных инфекциях имеет ограниченно-консолидированную доказательную базу и демонстрирует клиническую эффективность при строго определённых условиях применения. Наиболее воспроизводимые результаты получены для цинка и отдельных пробиотических штаммов, тогда как витамины D и С обладают преимущественно вспомогательным иммуномодулирующим потенциалом. Перспективным направлением является переход к персонализированной нутритивной медицине с учётом микробиомного статуса, иммунного профиля и нутритивного дефицита пациента.

Список литературы

1. Рахимов Р. Р., Гареев Р.Ф. Нутритивная поддержка при вирусных кишечных инфекциях: современные подходы и перспективы // Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровья сберегающих 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. С- 84-8

2. Рахимов Р. Р. Использование витамина D в лечении острых диарей: обзорное исследование // Тезисы XII Всероссийской конференции с международным участием «Актуальные вопросы доклинических и клинических исследований лекарственных средств и клинических

испытаний медицинских изделий» Санкт-Петербург, 24–25 апреля 2025 г. Под редакцией: Э.Э. Звартау, Е.М. Крупицкого, Т.С. Ярославцевой, Г.Г. Дей. -С. - 122-123

3. Mahmoudifar K, Hashempoor M, Asadi Touranlou F, Rezaie M. The Effect of Oral Nutritional Supplements in Improving the Condition of Children with Diarrhea: A Systematic Review. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2025 Sep;28(5):267-279. doi: 10.5223/pghn.2025.28.5.267. Epub 2025 Sep 9. PMID: 41001439; PMCID: PMC12457807.

4. National Research Council (US) Subcommittee on Nutrition and Diarrheal Diseases Control. Nutritional Management of Acute Diarrhea in Infants and Children. Washington (DC): National Academies Press (US); 1985. 1, NUTRITIONAL CONSEQUENCES OF ACUTE DIARRHEA. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK219100/>

5. Sullivan PB. Nutritional management of acute diarrhea. *Nutrition*. 1998 Oct;14(10):758-62. doi: 10.1016/s0899-9007(98)00078-1. PMID: 9785356.

САМОЙЛОВ С.В, КОВАЛЬНОГОВА С.А, ТИХОНОВ С.Л.
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ

*Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург
e-mail: tabbyhoneylargo@internet.ru*

SAMOILOV S.V, KOVALNOVA S.A, TIKHONOV S.L
MICROBIOLOGICAL SYNTHESIS OF ANTIMICROBIAL PEPTIDES

*Ural State Forestry University, Yekaterinburg
e-mail: tabbyhoneylargo@internet.ru*

Аннотация: проблема микробной порчи продуктов, ограничения химических консервантов, интерес к природным антимикробным пептидам. Указать, что в статье рассмотрены механизм биосинтеза на примере низина, основные свойства этих соединений и технологические подходы к их использованию в пищевой промышленности.

Ключевые слова: низин, бактериоцины, молочнокислые бактерии, биосинтез, биоконсервация.

Abstract: the problem of microbial spoilage of food, the limitations of chemical preservatives, and the interest in natural antimicrobial peptides. The article discusses the mechanism of biosynthesis using the example of nisin, the

main properties of these compounds, and technological approaches to their use in the food industry.

Keywords: nisin, bacteriocins, lactic acid bacteria, biosynthesis, and bioconservation.

Введение. Обеспечение микробиологической безопасности и увеличение сроков годности пищевых продуктов является одной из центральных задач современной пищевой биотехнологии. Традиционно для этого используются химические консерванты (бензоаты, сорбаты, нитриты), однако в последние годы потребители всё чаще выбирают продукты без синтетических добавок и с длительным сроком хранения.

Молочнокислые бактерии, используемые для ферментации молока, мяса и овощей, выделяют антимикробные пептиды - бактериоцины. Они даже в низких концентрациях подавляют рост микрофлоры [1]. Интерес к бактериоцинам обусловлен их свойствами: они природные консерванты, активные в кислых средах, термостабильные и расщепляющиеся пищеварительными ферментами на аминокислоты без влияния на кишечную микрофлору.

Целью статьи является рассмотреть механизм биосинтеза антимикробных пептидов, их ключевые свойства и технологические подходы к применению в качестве биоконсервантов в пищевой промышленности.

Материалы и методы. Настоящая работа носит обзорно-аналитический характер. Материалом для исследования послужили научные публикации, патенты и нормативно-техническая документация по проблеме биосинтеза и применения антимикробных пептидов молочнокислых бактерий в пищевой промышленности. Поиск источников осуществляли в международных и отечественных базах данных: Scopus, Web of Science, PubMed, eLibrary.ru, а также в патентных базах ФИПС и ВОИС. Исследование охватило в основном период с 1990 по 2020 годы, включая отдельные фундаментальные труды более ранних лет.

Результаты и их обсуждение. Бактериоцины представляют собой рибосомально синтезируемые антимикробные пептиды, продуцируемые многими видами бактерий, в том числе молочнокислыми. Они служат важным компонентом колонизационной защиты, позволяя штамму-продуценту подавлять конкурентную микрофлору в одной экологической нише [1]. Бактериоцины молочнокислых бактерий, как правило, являются катионными гидрофобными молекулами с массой от 3 до 10 кДа, устойчивыми к нагреванию и сохраняющими активность в широком диапазоне pH [2].

Бактериоцины делятся на три основных класса по структуре и механизму биосинтеза. Первый класс это лантибиотики, содержащие тиоэфирные аминокислоты, такие как лантионин и β -метиллантионин,

которые образуют стабильные кольцевые структуры. Примером этого класса является низин. Второй класс включает небольшие термостабильные пептиды без модифицированных остатков, обычно стабилизированные дисульфидными связями, например, педиоцин и сакацин. Третий класс состоит из крупных термолабильных бактерицидных белков [2,3].

Интерес к бактериоцинам как консервантам обусловлен их свойствами. Вещества природного происхождения подвергаются быстрой деградации в желудочно-кишечном тракте посредством воздействия протеолитических ферментов, трансформируясь в аминокислоты. Потому они не оказывают системного влияния на организм и не нарушают баланс кишечной микрофлоры. Кроме того, бактериоцины демонстрируют избирательную активность в отношении грамположительных патогенов и возбудителей, включая *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и другие [1,2]. Многие из них (в особенности низин) исключительно термостабильны: они выдерживают режимы пастеризации и даже автоклавирования при кислых значениях pH. Помимо всего, механизм действия большинства бактериоцинов принципиально отличается от механизмов медицинских антибиотиков, что сводит к минимуму риск развития перекрёстной устойчивости у патогенов [1].

Низин А, производимый *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, был первым бактериоцином, который был тщательно изучен, коммерциализирован и одобрен для использования в качестве пищевой добавки (E234) в разных странах мира. Генетическая информация, необходимая для синтеза низина, организована в кластер из 11 генов *nisABTCIPRKFEG*, который у природных штаммов-продуцентов расположен на конъюгативном транспозоне. В этот кластер входят: структурный ген *nisA*, который отвечает за кодирование пептида-предшественника; гены *nisB* и *nisC*, контролирующие ферментативную модификацию; ген *nisT*, отвечающий за транспортный белок; ген *nisP*, продукт которого активизирует низин после его секреции; гены *nisR* и *nisK*, формирующие двухкомпонентную регуляторную систему; а также гены *nisFEG* и *nisI*, которые обеспечивают иммунитет клетки-продуцента к собственному бактериоцину [4].

Промышленное производство низина осуществляется через ферментацию штаммов-продуцентов, после чего происходит выделение и стандартизация готового продукта. В качестве основного компонента питательной среды обычно используется молочная сыворотка. Культивирование *Lactococcus lactis* осуществляют с использованием автоматического pH-статирования и термостатирования. В периодических культурах производство низина ограничено из-за ингибирования субстратом и накопления метаболитов. Более продуктивной оказалась стратегия реалкализированной ферментации, при которой концентрированные растворы лактозы или глюкозы добавляют порционно,

а pH поддерживают на оптимальном уровне. Это позволяет достичь концентрации низина 50–60 BU/мл, в простой же периодической культуре на сыворотке этот показатель составляет 22,5 BU/мл. [4]. Более высокие результаты (вплоть до 350 BU/мл) получены при комбинировании отходов пищевых производств в качестве подпиточных субстратов. Использование иммобилизованных клеток в повторно-циклических процессах позволяет достигать продуктивности 8200 МЕ/мл и объёмной скорости синтеза 5730 МЕ/(мл*ч).

После завершения ферментации низин извлекают из культуральной жидкости. Далее используется один из распространённых методов в промышленности, а именно, подкисление среды. При нейтральном pH низин активно адсорбируется на клетках-продуцентах, а при pH около 2 он десорбируется. Затем биомассу отделяют центрифугированием. Для последующей очистки применяют ультрафильтрацию и нанофильтрацию, после чего продукт подвергают распылительной сушке. Альтернативные методы включают экстракцию водными растворами этанола низких концентраций (10–50%), при которых удаётся извлечь около 75% активности низина, а также метод высаливания, позволяющий получать порошок с содержанием низина до 33%. [4,5].

Низин, как пищевая добавка E234, разрешён к применению более чем в 60 странах мира. Европейское управление по безопасности пищевых продуктов (EFSA) установило максимальную рекомендованную дозу потребления на уровне 0,3 мг/кг массы тела в сутки. Важным преимуществом низина является его совместимость с другими консервантами, отсутствие влияния на вкус, аромат и консистенцию продуктов. Он применяется в различных продуктах, включая молочные, мясные, овощные, фруктовые и рыбные. В молочных продуктах он предотвращает подавляет стафилококки и продлевает срок хранения, рекомендуемая дозировка для сыров составляет 0,05 - 0,1 г/кг, для пастеризованного молока 10-20 г/1000 кг. В мясных продуктах низин подавляет патогены, такие как *Listeria monocytogenes*, в дозировке 2,5–5 мг/кг. В консервированных овощах и фруктах он контролирует микрофлору после тепловой обработки, продлевая срок хранения до 2 лет при повышенных температурах, дозировка составляет 0,1 г/кг. В пивоварении низин предотвращает рост вредных молочнокислых бактерий, вызывающих помутнение и прокисание, в количестве 0,01–0,05 г/кг.

В пищевой биотехнологии активно внедряется метод использования защитных культур, представляющих собой штаммы-продуценты бактериоцинов, которые добавляются непосредственно в закваску. Эти штаммы синтезируют пептиды в процессе ферментации и созревания продукта. При экспериментальном производстве сыров были достигнуты впечатляющие результаты с применением низин-продуцирующих штаммов *Lactococcus lactis* [5]. Например, введение штамма *L. lactis* 41FL1 в качестве

стартовой культуры позволило снизить количество *Staphylococcus aureus* на 1,73 log КОЕ/г в течение первых трёх дней созревания, а к концу 60-дневного периода до 3,54 log КОЕ/г, что показывает значительный потенциал данного метода для контроля золотистого стафилококка в сырах.

Дикие штаммы *Lc. lactis* subsp. *lactis*, изолированные из сырого молока и ферментированных продуктов, также показали высокую активность в производстве низина Z. Они могут использоваться как биоконсерванты без необходимости биотехнологической модификации. Такой подход соответствует требованиям потребителей к продуктам без синтетических добавок и открывает новые возможности для расширения ассортимента продуктов с естественной биозащитой [5].

Выводы. Антимикробные пептиды молочнокислых бактерий, особенно низин, успешно применяются в пищевой биотехнологии благодаря их природным свойствам, высокой активности против грамположительных патогенов и термостабильности. Эти пептиды полностью биodeградируемы в желудочно-кишечном тракте, что делает их идеальными консервантами для продуктов без синтетических добавок. Технология производства низина из *Lactococcus lactis*, основанная на ферментации побочных продуктов молочной промышленности, проста в масштабировании и экономически эффективна. Уже были достигнуты высокие уровни продуктивности (до 8200 МЕ/мл) и доказана эффективность низина в различных пищевых матрицах, включая сыры, мясные продукты, консервы и напитки. Концепция защитных культур позволяет синтезировать консервант непосредственно в продукте, исключая добавление внешних веществ. Перспективы развития включают поиск новых штаммов-продуцентов, исследование синергии с другими методами консервации и разработку активных упаковок с иммобилизованными бактериоцинами для длительного защитного эффекта.

Список литературы

1. Strucko T., Zirngibl K., Pereira F., Gludovacz E., Boes A., Kafková L., Mattanovich D., Gasser B. A universal CRISPR-Cas9 toolkit for efficient genome editing in *Komagataella phaffii* // Metabolic Engineering. – 2024. – Vol. 82. – P. 1-12. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28784520/>.
2. Cregg J.M., Vedvick T.S., Raschke W.C. Recent advances in the expression of foreign genes in *Pichia pastoris* // Bio/Technology. – 1993. – Vol. 11, № 8. – P. 905-910. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8398217/>.
3. Wu S., Letchworth G.J. High-efficiency transformation of *Pichia pastoris* by electroporation // Pichia Protocols / ed. by D.R. Higgins, E.A. Cregg. – Totowa, NJ: Humana Press, 1998. – P. 125-133. – (Methods in Molecular Biology, Vol. 103). – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-59202-7_27.

4. Cregg J.M., Cereghino J.L., Shi J., Higgins D.R. Expression of heterologous proteins in *Pichia pastoris* // Methods in Molecular Biology. – 1996. – Vol. 62. – P. 257-275. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8775979/>.
5. Koutz P., Davis G.R., Stillman C., Barringer K., Cregg J., Thill G. Characterization of the *Pichia pastoris* alcohol oxidase (AOX1) gene promoter // Journal of Biological Chemistry. – 1998. – Vol. 273, № 1. – P. 250-259. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021925818881431>.

¹СЕРГУН В.П., ²ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М., ³ШАМОВА М.М.
**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И
 НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА
 КОРЫ ОСИНЫ**

¹Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
²Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
³Томский государственный университет, г. Томск
 e-mail: infobiolit@yandex.ru

¹SERGUN V.P., ²POZNYAKOVSKY V.M., ³SHAMOVA M.M.
**BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTION AND
 NUTRITIONAL POTENTIAL OF AQUEOUS EXTRACT OF ASPEN
 BARK**

¹Kemerovo State University, Kemerovo
²Kemerovo State Medical University, Kemerovo
³Tomsk State University, Tomsk
 e-mail: infobiolit@yandex.ru

Аннотация: Изучены биотехнологические аспекты получения и нутрициологический потенциал водного экстракта коры осины обыкновенной. Обоснована безопасность и эффективность применения экстракта в функциональном питании для метаболической коррекции, детоксикации и иммунной модуляции.

Ключевые слова: осина обыкновенная, пищевая биотехнология, водный экстракт, нутрициология, функциональное питание.

Abstract: Biotechnological aspects of production and nutritional potential of aqueous aspen bark extract were studied. Safety and efficacy of the extract in functional nutrition for metabolic correction, detoxification and immune modulation were substantiated.

Keywords: aspen, *Populus tremula*, food biotechnology, aqueous extract, nutrition, functional food.

Цель исследования. Обосновать применение стандартизированного водного экстракта коры осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) в качестве перспективного нутрицевтического ингредиента на основе анализа биотехнологии получения, химического профиля, доказанной безопасности и клинически подтвержденных физиологических эффектов.

Материалы и методы исследования. Проведен аналитический обзор нормативно-технической документации, данных доклинических и клинических исследований субстанций на основе экстракта коры осины. Использованы данные ВЭЖХ и спектрофотометрического анализа. Оценены параметры экстракции и стандартизации по маркерным веществам. Безопасность и клиническая эффективность анализировались в соответствии с руководствами по экспериментальному и клиническому изучению фармакологических веществ.

Результаты исследования и их обсуждение. Водный экстракт коры осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) представляет собой поликомпонентную субстанцию, химический профиль которой определяется синергическим действием фенолгликозидов (салицин, популин, тремулацин, саликортин), флавоноидов (нарингенин, сакуранетин), полисахаридов (арабиногалактаны) и органических кислот [1]. Современные биотехнологические подходы к его получению включают перколяционную экстракцию деионизированной водой при температуре 60 °С с последующим вакуумным концентрированием и низкотемпературной импульсно-вакуумной сушкой. Данный режим исключает использование органических растворителей и предотвращает термическую деградацию термолабильных соединений, что соответствует принципам «чистой этикетки» в пищевой нутрициологии. Стандартизация субстанции проводится по содержанию салицина (≥ 1200 мг%) и арабиногалактанов (≥ 2000 мг%), что гарантирует воспроизводимость нутрицевтической активности от партии к партии.

Доказательная база подтверждает широкий спектр физиологических эффектов экстракта. Фенолгликозидный комплекс подавляет хроническое воспаление (SASP), ингибируя циклооксигеназу-2 и снижая продукцию провоспалительных цитокинов [2]. Клинические исследования продемонстрировали выраженную противовирусную активность: при применении экстракта коры осины у пациентов с коронавирусной инфекцией отмечено быстрое нарастание титров антител класса IgG, нормализация биохимических маркеров (СРБ, Д-димеры, лейкоцитарная формула) и полная регрессия пневмонии [3]. Также доказана эффективность субстанции в качестве индуктора интерферонов при рецидивирующих герпесвирусных инфекциях 1-го и 2-го типов [4]. В нутрициологической практике экстракт проявляет выраженный гепатопротекторный и детоксикационный потенциал. Арабиногалактаны выступают в роли растворимых пищевых волокон с пребиотической активностью, модулируя

микробиом кишечника и активируя моноцитарно-макрофагальное звено врожденного иммунитета. Флавоноиды и органические кислоты стимулируют желчеобразование, нормализуют моторно-эвакуаторную функцию желчного пузыря. Экспериментально подтверждены выраженные стресс-протекторные свойства экстракта [5]. Токсикологический профиль субстанции полностью соответствует требованиям к ингредиентам функционального питания. Острая токсичность отсутствует (ЛД₅₀ > 10000 мг/кг), хроническое введение в дозах, превышающих терапевтические в 50–300 раз, не вызывает патоморфологических изменений во внутренних органах. Экстракт не обладает мутагенной, канцерогенной, эмбриотоксической, тератогенной и аллергизирующей активностью, что позволяет рекомендовать его для длительного курсового применения, включая педиатрическую практику и группы риска [1]. Интеграция стандартизированного водного экстракта в матрицу функциональных продуктов (напитки, травяные чаи, гранулы, капсулы) открывает перспективы для создания продуктов направленного действия, ориентированных на поддержку гепатобилиарной системы, метаболическую коррекцию и восстановление после инфекционных нагрузок.

Выводы. Водный экстракт коры осины обыкновенной представляет собой безопасный, стандартизированный и технологически воспроизводимый функциональный ингредиент. Его биотехнологическое получение на водной основе отвечает современным требованиям пищевой нутрициологии и доказательной медицины. Комплекс гепатопротекторных, противовирусных, стресс-адаптогенных и метаболически модулирующих свойств обосновывает целесообразность широкого внедрения субстанции в состав функциональных продуктов питания и нутрицевтических программ, направленных на профилактику гепатобилиарных дисфункций, детоксикацию организма и укрепление иммунной резистентности.

Список литературы

1. Буркова В. Н., Иванов А. А., Сергун В. П. Осина (*Populus tremula* L.) в доказательной медицине XXI века. Томск: ООО «Томский полиграфический комплекс», 2020. 184 с.
2. Рассыпнова С. С., Турецкова В. Ф., Зверев Я. Ф., Лампатов В. В. Изучение противовоспалительного действия экстракта из коры *Populus tremula* (*Salicaceae*) и входящих в его состав фенольных соединений // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46, № 3. С. 104–108.
3. Макашова В. В., Понежева Ж. Б., Омарова Х. Г. [и др.]. Опыт применения Популина с дигидрокверцетином при новой коронавирусной инфекции // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2022. Т. 12, № 2. С. 77–82.
4. Сергун В. П., Буркова В. Н., Иванов А. А., Понежева Ж. Б. Эффективность применения экстракта коры осины (*Populus tremula* L.) в

качестве индуктора интерферонов при рецидивирующих инфекциях, вызванных вирусом простого герпеса 1-го и 2-го типов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2026. № 1. С. 51–58.

5. Луцак И. В., Штрыголь С. Ю., Король А. П., Мельник А. В. Стресспротекторные свойства экстракта коры осины и его влияние на гистоструктуру надпочечников на модели иммобилизационного стресса // Врач-аспирант. 2013. Т. 58, № 3.2. С. 290–297.

СЕРГУН В.П.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ФРАКЦИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРЫ ОСИНЫ
(*POPULUS TREMULA* L.)**

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
e-mail: pvm1947@bk.ru*

SERGUN V.P.

**IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF THE COMPOSITION
OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FRACTION OF
THE ASSHORBARK BARK (*POPULUS TREMULA* L.)**

*Kemerovo State University, Kemerovo
e-mail: pvm1947@bk.ru*

Аннотация: Проведены исследования по определению состава фракции биологически активных веществ коры осины методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Получен хроматографический профиль водной фракции этанольного экстракта коры осины с идентификацией салицина.

Ключевые слова: Кора осины, *Populus tremula* L., салицин, высокоэффективная жидкостная хроматография, стандартизация.

Abstract: Studies were conducted to determine the composition of the biologically active fraction of aspen bark using high-performance liquid chromatography (HPLC). A chromatographic profile of the aqueous fraction of an ethanolic extract of aspen bark was obtained, featuring the identification of salicin.

Keywords: Aspen bark, *Populus tremula* L., salicin, high performance liquid chromatography, standardization.

Идентификация и определение биологически активных веществ эндемического растительного сырья имеет важное значение при разработке

отечественных продуктов здорового питания. Одним из таких ресурсов является кора осины (*Populus tremula* L.), широко распространенная в регионе Западной Сибири. Её востребованность определяется доступностью в заготовке, ценовой политикой, накопленным опытом использования в традиционной и научной медицине [1,2].

Цель исследования. Провести хроматографическое разделение компонентов водной фракции этанольного экстракта коры осины (*Populus tremula* L.) и идентифицировать ключевые пики веществ.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования была использована водная фракция этанольного экстракта коры осины. Качественный и количественный анализ проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате хроматографического разделения компонентов смеси было получено 6 пиков ключевых веществ (рис. 1).

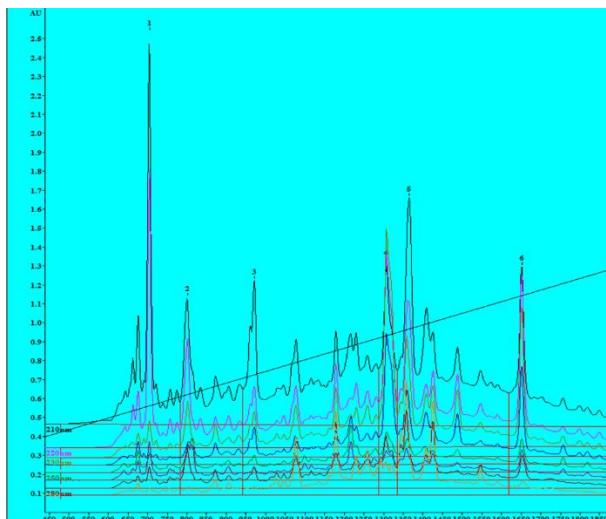


Рисунок 1 - Хроматографический профиль водной фракции этанольного экстракта коры осины (*Populus tremula* L.)

Пик № 1 (объем удерживания - 704 мкл, гомогенность - 96%) на хроматограмме исследуемого раствора соответствует пику стандартного образца салицина по выбранным параметрам: объему удерживания и углу ($1,7^0$). Концентрация идентифицируемого вещества в пробе составила $0,172 \pm 0,017$ мкг/мкл. Содержание салицина в абсолютно сухом сырье с учетом влажности составляет 3,8%.

Хроматографические характеристики полученных пиков веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Хроматографические характеристики сопутствующих пиков веществ водной фракции этанольного экстракта коры осины (*Populus tremula* L.)

№ пика	Объем удерживания, мкл	Ширина, мкл	Высота, AU	Площадь, AU×мкл	Содержание (с учетом влажности), %
2	799,56	14,575	0,54	8,956	0,9
3	882,44	38,840	0,61	9,577	0,33
4	1306,34	13,407	0,57	9,522	2,1

Объем удерживания пика № 2 составлял 799,56 мкл, по спектральным характеристикам указанное вещество предположительно соответствует катехину. Пик №3 (объем удерживания - 882,44 мкл) предположительно соответствует стандарту 3-оксибензойной кислоты. Пик №4 (объем удерживания - 1306,34 мкл) предположительно соответствует бензойной кислоте. Идентификация пиков № 5 и 6 по спектральным характеристикам отрицательная, так как список веществ-кандидатов с объемом удерживания $\pm 10\%$ составляет более 60 веществ. Для идентификации данных веществ необходимо использовать метод стандарта.

Выводы. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке специализированных продуктов на основе экстракта коры осины. Стандартизацию сырья можно проводить по содержанию салицина в водной фракции этанольного экстракта коры осины.

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. С. 508.
2. Буркова В.Н. Осина (*Populus tremula* L.) в доказательной медицине XXI века. / В. Н. Буркова, А. А. Иванов, В. П. Сергун // Томск: ООО «Томский полиграфический комплекс», 2020. С. 184.

¹СЕРГУН В.П., ²ШАМОВА М.М., ³ПОЗНЯКОВСКИЙ В.М.
**ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ И
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРЕ ОСИНЫ,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ
СИБИРИ**

¹*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово*
²*Томский государственный национальный исследовательский
университет, г. Томск*
³*Кемеровский государственный медицинский университет
Минздрава РФ, г. Кемерово
e-mail: pvm1947@bk.ru*

¹SERGUN V.P., ²SHAMOVA M.M., ³POZNYAKOVSKY V.M.
**STUDY OF THE CONTENT OF EXTRACTIVE AND
BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN THE BARK OF
ASSEMBLE PLANT GROWING IN VARIOUS REGIONS OF
WESTERN SIBERIA**

¹*Kemerovo State University, Kemerovo*
²*Tomsk State National Research University, Tomsk*
³*Kemerovo State Medical University of the Russian Ministry of Health,
Kemerovo
e-mail: pvm1947@bk.ru*

Аннотация: Изучено содержание экстрактивных веществ и салицина в коре осины, произрастающей в Томской области. Показана сезонность содержания экстрактивных веществ и салицина, определено их среднее значение по месяцам. Аналогичные исследования выполнены в коре осины, произрастающей на Алтае.

Ключевые слова: кора осины, экстрактивные вещества, салицин, среднемесячное содержание, регионы произрастания.

Abstract: The content of extractive substances and salicin in the bark of aspen growing in the Tomsk region was studied. The seasonality of the content of extractive substances and salicin was shown, and their average value was determined by month. Similar studies were performed in the bark of aspen growing in Altai.

Keywords: aspen bark, extractive substances, salicin, average monthly content, growing regions.

Использование местных сырьевых ресурсов имеет приоритетное значение в разработке специализированных продуктов и их использования в профилактике распространенных заболеваний [1-2].

Цель исследования. Изучить содержание экстрактивных и биологически активных соединений в коре осины, произрастающей в различных регионах Западной Сибири.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служила кора осины. Экстрактивные вещества и салицин определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Результаты исследования и их обсуждение. Изучено содержание экстрактивных веществ и салицина в коре осины произрастающей в Томской области (табл. 1).

Таблица 1 - Среднемесячное содержание экстрактивных веществ и салицина в коре осины в Томской области

Месяц	Среднее содержание экстрактивных веществ, %	Среднее содержание салицина, %	Количество учтенных образцов для расчета (Экстр. в-ва / Салицин)
Январь	26.5	2.46	5 / 1
Февраль	27.95	2,25	4 / 4
Март	26.09	1.99	7 / 7
Апрель	23.76	1.90	24 / 24
Май	23.56	1.91	46 / 46
Июнь	22.39	1.65	33 / 28
Июль	21.30	1.71*	28 / 7
Август	19.92	1.60**	12 / 4
Сентябрь	25.27	2,3***	11 / 4
Октябрь	26.99	2.63	4 / 4
Ноябрь	25.64	2.78	2 / 1
Декабрь	22.90	2.38	1 / 1

Сделаны выводы по сезонности содержания экстрактивных веществ:

- Наиболее высокие средние значения наблюдаются в октябре (27,0%), январе (27,9 %), феврале (26,3 %), марте (26.,1%), ноябре (25,6%);
- Наиболее низкие — в августе (19,9%) и июле (21,3%).

Сезонность содержания салицина:

- Наивысшие средние значения зафиксированы в ноябре (2,8%), январе (2,5 %), октябре (2,6 %), декабре (2,4%);
- Самые низкие средние значения (с учетом полноты данных по месяцам) — августе (1,6%) и июне (1,7%).

В таблице 2 представлены результаты содержания экстрактивных веществ и салицина в коре осины, произрастающей на Алтае.

Сделаны выводы по Алтайскому региону:

- Общий уровень: Содержание как экстрактивных веществ, так и салицина в алтайской коре осины существенно ниже, чем в томских образцах из предыдущего файла;

- Сезонность: значениям салицина в феврале (1.50%);

По экстрактивным веществам самый высокий показатель также в феврале (22.15%), а самый низкий — в мае (18.10%).

Таблица 2 - Среднемесячное содержание экстрактивных веществ и салицина в коре осины Алтайского края

Месяц	Среднее содержание экстрактивных веществ, %	Среднее содержание салицина, %	Количество учтенных образцов (Экстр. в-ва / Салицин)
Январь	22.71	1.65	4 / 2
Февраль	22.15	1.50	6 / 6
Март	21.48	1.05	5 / 5
Апрель	18.85	1.06	3 / 3
Май	18.10	0.90	1 / 1
Июль	23.62	-	1 / 0
Август	19.48	1.40	1 / 1

Проведен сравнительный анализ по регионам (Табл. 3).

Таблица 3 - Сравнительный анализ по регионам

Параметр / Месяц	Алтай	Томская область
Экстрактивные вещества	(18-23%), пик в январе-феврале.	(20-27%), пик в октябре.
Салицин	(0.9-1.5%), пик в феврале.	(1.1-2.8%), пик в ноябре.
Стабильность данных	Неоднородность данных по месяцам	Данные представлены почти за все месяцы.

Список литературы

1. Сергун, В.П. Здоровьесберегающие технологии переработки сырьевых ресурсов Сибири. / В.П. Сергун, В.Н. Буркова, А.А. Иванов, В.М. Позняковский // Наука и практика: монография. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 508 с.

2. Буркова В.Н. Осина (*Populus tremula* L.) в доказательной медицине XXI века. / В. Н. Буркова, А. А. Иванов, В. П. Сергун // Томск: ООО «Томский полиграфический комплекс», 2020. – 184 с.

СЕРКИНА Е.А., МУСИХИНА А.А., КУЛАКОВА С.В.
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЛИЧНОГО ОПЫТА
И ФОРМАЛЬНОГО АКАДЕМИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ НА
ПРЕДПОЧТЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ ПРИ ВЫБОРЕ
ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДИСБИОТИЧЕСКИХ
СОСТОЯНИЙ**

*ФГБОУ ВО Кировский государственный медицинский университет
Минздрава России, г. Киров
e-mail: svoboda155@mail.ru*

SERKINA E.A., MUSIKHINA A.A., KULAKOVA S.V.
**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF
PERSONAL EXPERIENCE AND FORMAL ACADEMIC EDUCATION
ON THE PREFERENCES OF MEDICAL STUDENTS WHEN
CHOOSING DRUGS FOR THE CORRECTION OF DYSDIOTIC
CONDITIONS**

*Kirov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian
Federation, Kirov
e-mail: svoboda155@mail.ru*

Аннотация. Проанализированы приоритеты студентов-медиков в выборе пробиотиков, пребиотиков, метабиотиков в зависимости от личного опыта перенесённого дисбактериоза и курса обучения. Установлено, что личный опыт достоверно повышает вероятность выбора метабиотиков, тогда как увеличение курса обучения значимо не влияет на предпочтения. Личный опыт является более сильным предиктором рационального выбора.

Ключевые слова: пробиотики, пребиотики, метабиотики, дисбактериоз, личный опыт, студенты-медики.

Abstract. The study analyzed how medical students ranked probiotics, prebiotics, and metabiotics. Personal experience was found to increase the choice of metabiotics by 3.2 times ($p < 0.01$), whereas an increase in the year of study did not significantly influence preferences. Personal experience is a stronger predictor of rational choice than formal academic education.

Keywords: probiotics, prebiotics, metabiotics, dysbiosis, personal experience, medical students.

Введение. Дисбактериоз – нарушение качественного и количественного состава нормальной микрофлоры кишечника – остаётся актуальной проблемой клинической медицины, особенно в условиях широкого применения антибактериальных препаратов. Следует отметить, что термин «дисбактериоз» является дискуссионным: он не входит в Международную классификацию болезней 11-го пересмотра (МКБ-11), где используется понятие «дисбиоз кишечника» или более широкое

«нарушение состава кишечной микробиоты». Тем не менее, в отечественной литературе и клинической практике термин «дисбактериоз» продолжает широко применяться для обозначения качественных и количественных изменений микробиоценоза кишечника.

Для коррекции дисбиотических состояний используют три основные группы средств: пробиотики (живые микроорганизмы), пребиотики (субстраты для роста нормофлоры) и метабиотики (структурные компоненты и метаболиты пробиотических микроорганизмов). При этом современные исследования описывают ряд преимуществ метабиотиков перед традиционными пробиотиками: отсутствие антагонизма по отношению к аутоштаммам пациента, устойчивость к антибиотикам и кислой среде желудка (95–97% достигают толстой кишки против 0,001–0,0001% у пробиотиков), а также благоприятный профиль безопасности [1, 3, 5]. Однако информированность студентов-медиков об этой группе препаратов остаётся недостаточной. В ранее проведённом нами исследовании было установлено, что только 18% опрошенных студентов медицинского вуза владеют информацией о метабиотиках, причём среди старшекурсников этот показатель выше, чем среди первокурсников [4].

При этом отдельно не сравнивалось, какой фактор в большей степени определяет рациональный выбор микробиотиков будущими врачами – собственный клинический опыт перенесённого дисбактериоза или формальное академическое обучение.

Цель исследования: сравнить вклад двух факторов – личного опыта перенесённого дисбактериоза после антибиотиков и формального академического обучения (курса обучения в вузе) – в формирование предпочтений студентов-медиков при выборе пробиотиков, пребиотиков, метабиотиков для коррекции дисбиотических состояний.

Материалы и методы. Проведено анонимное анкетирование 112 студентов ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (специальности «Лечебное дело», «Стоматология», «Медицинская биохимия»). Вопросы анкеты позволяли изучить такие параметры, как известность проявлений дисбактериоза после антибиотиков, способы нормализации микрофлоры, известность и оценка эффективности пробиотиков, пребиотиков и метабиотиков, а также выбор наиболее предпочтительной группы препаратов для профилактики / коррекции дисбактериоза. Эффективность каждой группы препаратов предлагалось оценивать респондентами по 5-балльной шкале, где 1 - «абсолютно не эффективны», 5 - «очень эффективны», также предусматривался вариант «затрудняюсь ответить».

Для анализа влияния личного опыта респонденты были разделены на две группы: группа «Практика» (сталкивались с дисбактериозом лично, n=33) и группа «Теория» (только слышали/читали о проблеме, n=64). Респонденты, не знавшие о дисбактериозе (n=15), были исключены из анализа как не имеющие сформированной позиции.

Для каждого респондента определялся препарат первого ранга на основании ответа на вопрос о наиболее эффективных средствах для профилактики/коррекции дисбактериоза. Варианты ответа: живые микроорганизмы (пробиотики), продукты метаболизма микроорганизмов или их структурные компоненты (метабиотики), компоненты пищи, которые не перевариваются и не усваиваются (пребиотики). Статистический анализ выполнен с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Результаты. Среди респондентов, определившихся с выбором, в группе «Практика» ($n=28$) пробиотики выбрали 10 человек (35,7%), пребиотики – 4 (14,3%), метабиотики – 14 (50,0%). В группе «Теория» ($n=32$) пробиотики выбрал 21 респондент (65,6%), пребиотики – 6 (18,8%), метабиотики – только 5 (15,6%).

Как видно, студенты, имевшие личный опыт перенесённого дисбактериоза, выбирали метабиотики в 3,2 раза чаще (50,0% против 15,6%). Различия между группами статистически значимы ($\chi^2=8,15$, $df=1$, $p<0,01$). Кроме того, в группе «Практика» доля затруднившихся с ответом составила 15,2%, тогда как в группе «Теория» – 50,0%, то есть более чем в три раза выше. Личный опыт не только смещает выбор в сторону метабиотиков, но и снижает неопределённость при принятии решения.

Анализ предпочтений студентов 1-го курса ($n=70$) и студентов 4–6-х курсов ($n=42$) не выявил статистически значимых различий в выборе метабиотиков. Доля выбравших метабиотики среди определившихся респондентов составила 28,6% на 1-м курсе и 31,8% на старших курсах ($p>0,05$). Осведомлённость о метабиотиках на старших курсах выше (29% против 10% на 1-м курсе), и это различие статистически значимо ($p<0,05$). Однако рост осведомлённости не сопровождается изменением предпочтений. Студенты знают о существовании метабиотиков, но не выбирают их в качестве приоритетных препаратов для коррекции дисбиотических состояний.

Полученные данные позволяют напрямую сопоставить силу влияния личного опыта и формального обучения. Личный опыт даёт трёхкратное увеличение выбора метабиотиков (с 15,6% до 50,0%) и снижает долю затруднившихся с 50% до 15%. Увеличение курса обучения, напротив, не даёт значимого прироста выбора метабиотиков (28,6% против 31,8%, $p>0,05$), несмотря на рост информированности.

Таким образом, личный опыт оказывается более сильным предиктором рационального выбора, чем формальное академическое обучение.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают гипотезу о влиянии личного опыта перенесённого дисбактериоза на формирование рациональных предпочтений в выборе пробиотических препаратов. Студенты, лично столкнувшиеся с дисбактериозом, значимо чаще отдают приоритет метабиотикам – препаратам нового поколения, лишённым

многих недостатков живых пробиотиков (низкая выживаемость, антагонизм с аутоштаммами, синтез D-молочной кислоты, описанные в работах [1, 2, 5]).

При этом формальное академическое обучение (увеличение курса с 1-го до 4-6-го) не приводит к значимому изменению предпочтений, несмотря на ожидаемый рост осведомлённости о метабиотиках.

Установление приоритетного влияния личного опыта по сравнению с формальным обучением следует учесть в выборе методов и форм ознакомления студентов с данной группой препаратов. Рекомендуется активное внедрение в образовательный процесс практико-ориентированных форматов: разбор клинических кейсов, анализ ситуаций, где метабиотики показали преимущество; имитационные тренинги (симуляции принятия клинических решений).

Выводы.

1. Собственный опыт перенесённого дисбактериоза – значимый фактор, влияющий на выбор препаратов для коррекции дисбиотических состояний. Студенты группы «Практика» выбирают метабиотики в 3,2 раза чаще, чем студенты группы «Теория» ($p < 0,01$).

2. Увеличение курса обучения не приводит к сопоставимому изменению предпочтений. Даже при росте осведомлённости о метабиотиках студенты старших курсов сохраняют традиционную иерархию выбора (пробиотики – пребиотики – метабиотики).

3. Формированию рациональных предпочтений может способствовать более широкое использование в учебном процессе клинических кейсов, демонстрирующих ограничения пробиотикотерапии и преимущества метабиотиков.

Список литературы

1. Ардатская М.Д. и др. Метабиотики как естественное развитие пробиотической концепции // Трудный пациент. - 2017. - Т. 15. - № 6-7. - С. 35–39.

2. Дармов И.В. и др. Выживаемость микроорганизмов пробиотиков в условиях *in vitro*, имитирующих процесс пищеварения у человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. - 2011. - № 3. - С. 6–11.

3. Кучумова С.Ю., Половинкина Н.А. Постбиотики и метабиотики: современные подходы к коррекции дисбиоза // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. - 2023. - Т. 33. - № 1. - С. 45–51.

4. Мусихина А.А., Серкина Е.А. Анализ осведомлённости студентов медицинского вуза об эффективности использования препаратов для лечения дисбиотических состояний // Современные проблемы науки и образования. - 2023. - № 6. - С. 45–52.

5. Шендеров Б.А. Микробная экология человека и её роль в поддержании здоровья // Метаморфозы. - 2014. - № 5. - С. 72–80.

СКОРОБОГАТКИНА И.А., ГУСЕЙНОВ С.С., ЛЕБЕДЕВА Н.Ш.,
СВЕТЦОВА А.В.

**ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУЛЬФОПРОИЗВОДНОГО
ПОРФИРИНА, СОДЕРЖАЩЕГО ОСТАТОК БЕНЗИМИДАЗОЛА, С
СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ КРОВИ В СЛАБОКИСЛОЙ
СРЕДЕ**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,
г. Иваново*

e-mail: Irina.Sk.01@mail.ru

SKOROBOGATKINA I.A., GUSEINOV S.S., LEBEDEVA N.Sh.
**FEATURES OF INTERACTION OF A SULFO DERIVATIVE OF
PORPHYRIN CONTAINING A BENZIMIDAZOLE RESIDUE WITH
SERUM ALBUMIN IN A SLIGHTLY ACIDIC ENVIRONMENT**

*G.A. Krestov Institute of Chemistry of Solutions Russian Academy of Sciences,
Ivanovo*

e-mail: Irina.Sk.01@mail.ru

Аннотация: Комплексообразующие свойства сульфопроизводного порфирина существенно зависят от pH среды. В интервале $5.5 \leq \text{pH} \leq 6.5$ порфирин существует в виде Н-ассоциатов, которые при взаимодействии с БСА не разрушаются, порфирин не вызывает изменений вторичной структуры

белка, повышает его термореzистентность на 12 °С. В слабокислых средах порфирин теряет способность к фотоокислению белка.

Ключевые слова: порфирины, бычий сывороточный альбумин, комплексообразование, термореzистентность, фотоокисление

Abstract: Complexing properties of sulfo derivative of porphyrin depend significantly on pH of the medium. In the range of $5.5 \leq \text{pH} \leq 6.5$ porphyrin exists in the form of H-associates, which are not destroyed upon interaction with BSA, porphyrin does not cause changes in the secondary structure of the protein, and increases its thermal resistance by 12 °C. In weakly acidic media porphyrin loses its ability to photooxidize protein.

Keywords: porphyrins, bovine serum albumin, complexation, thermal resistance, photooxidation

Генерация порфиринами активных форм кислорода под действием света лежит в основе фотодинамической терапии (ФДТ) онкологических заболеваний и фотоинактивации (ФДИ) патогенов [1]. Одним из ключевых вопросов для ФДТ и ФДИ является водорастворимость фотосенсибилизаторов (ФС), их нацеливание на биологические мишени, а также высокая фотокаталитическая активность. Растворимость ФС в водных средах придают путем их сульфирования или кватернизации. В последнее время предпочтение в дизайне отдают амфифильным ФС, поскольку амфифильность увеличивает субклеточную локализацию и эффективность ФДТ [2]. Недостатком сульфозамещенных порфиринов является склонность к формированию самоассоциатов при $\text{pH} < 7$ [3]. Данный вопрос важен, так как уровень pH в опухолевых тканях ниже (5–5.7 [4]), чем в здоровых тканях, а изменение агрегационного состояния порфиринов влияет на их фотофизические свойства и биологическую активность. Однако, известно, что при взаимодействии белков с самоассоциатами порфиринов, последние могут разрушаться. Поэтому представляется важным изучить процессы взаимодействия сульфозамещенного амфифильного порфирина с глобулярным белком.

Целью данного исследования являлось изучение взаимодействия 5-[4'-(N-метил-1'',3''-бензимидазол-2''-ил)фенил]-10,15,20-трис(4'-сульфо-фенил)порфина с сывороточным альбумином в водно-солевом растворе при пониженном pH , имитирующем pH в опухолевых тканях и бактериальных клетках.

Материалы и методы исследования. В работе использовали бычий сывороточный альбумин (БСА) («Acros Organics», фракция V, CAS: 9048-46-8), содержание основного вещества не менее 99%. Вода, для приготовления анализируемых растворов получена с помощью системы водоочистки (I тип), UP-2010, ULAB (Китай).

Электронные спектры поглощения и флуоресценции регистрировались с помощью спектрофотометра AvaSpec-2048 (Avantes BV, Нидерланды) с ячейкой с контролируемой температурой при 25 °C. В качестве источника возбуждающего света для исследования флуоресценции БСА использовался монохроматический светодиод UVTOP-295 $\lambda_{\text{max}} = 295$ нм (Sensor Electronic Technology, Inc., США), для исследования флуоресценции порфиринов - B5B-433–525, $\lambda_{\text{max}} = 425$ нм (Roitner Lasertechnik GmbH., Германия). Инфракрасный спектральный анализ кристаллических образцов проводился с использованием спектрометра VERTEX 80 B (Германия) в диапазоне частот от 4000 до 400 см^{-1} . Термохимические исследования проводились на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 204 F1 Phoenix (Netzsch Gerätebau GmbH, Германия). Электрофорез белков проводился в 10% полиакриламидном геле с использованием камеры для вертикального электрофореза VE-10 (Helicon, Россия). Окрашивание белков проводили раствором Кумаси.

Результаты исследования и их обсуждение.

Изменение pH среды приводит к значительным изменениям в агрегационном поведении порфирина.

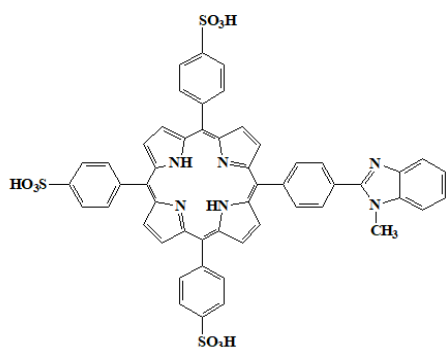


Рисунок 1 – Структурная формула 5-[4'-(N-метил-1'',3''-бензимидазол-2''-ил)фенил]-10,15,20-трис(4'-сульфофенил)порфирина (N-spor)

Ранее установлено, что в водно-солевой среде порфирины склонны к самоассоциации и самопротонированию [3]. При pH менее 7 N-spor (рис. 1) образует H-связанные ассоциаты, которые легко детектируются [3]. Как можно видеть из полученных спектральных данных (рис. 2а), увеличение концентрации порфиринов в растворе БСА не приводит к изменению характера спектра порфирина, при соотношении БСА: N-spor = 1: 0÷4 самоассоциаты порфирина сохраняются. Поэтому в водно-солевом растворе корректнее говорить о взаимодействии с белком H-ассоциатов порфирина, которые не разрушаются при связывании с БСА. При титровании раствором порфирина БСА, наблюдается тушение скорректированной флуоресценции (рис. 2б). Это может свидетельствовать либо локализации тушителя флуоресценции N-spor на расстоянии, не превышающем 10 Å от Trp214 и Trp135, либо тушение флуоресценции БСА может быть обусловлено

изменением конформации белка при связывании N-spor на большем расстоянии от белковых флуорофоров. В последнем случае тушение флуоресценции Trp214 и Trp135 будет вызвано изменением аминокислотного окружения Trp214 и Trp135.

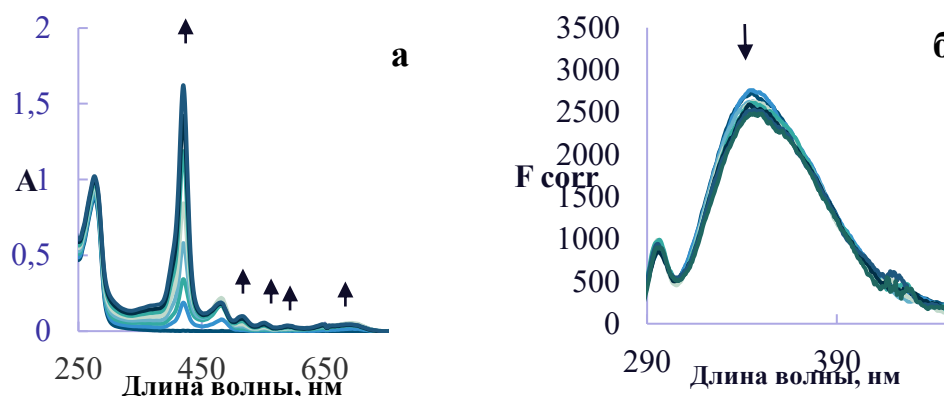


Рисунок 2 – Электронные спектры поглощения порфирина (а) и спектры флуоресценции БСА ($1.2 \cdot 10^{-5}$ М) (б) при титровании N-spor ($0-5 \cdot 10^{-5}$ М)

Для уточнения возможных конформационных изменений в белке при связывании с N-spor были проанализированы ИК спектры исходных реагентов и полученного комплекса (рис.3). ИК-спектральные данные демонстрируют что в I амидной области образца БСА фиксируется единственный пик в области 1653 см^{-1} , отвечающий за α -спирализацию. Связывание с N-spor не влияет на вторичную структуру белка, т.к. сохраняется преимущественно α -структурирование, о чем говорит наличие единственной полосы в области 1653 см^{-1} . Следовательно, выявленное тушение флуоресценции БСА при титровании N-spor (рис.2б) связано с расположением ассоциатов N-spor в непосредственной близости от триптофановых остатков, не исключая при этом локальных конформационных изменений микроокружения триптофановых флуорофоров.

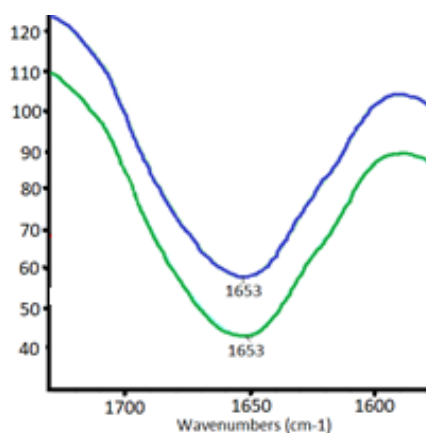


Рисунок 3 – ИК спектр I амидной области: БСА (синяя линия), N-spor-БСА, (зеленая линия)

Комплексообразование Н-ассоциатов порфирина с БСА оказывает необычное термопротекторное действие на белок. Температура плавления белка, выделенного из раствора NaCl, составляет 58.4°C . Температура плавления комплексов Н-ассоциатов с белком существенно выше и составляет 70.2°C . Ранее было показано, что терморезистентность БСА при взаимодействии с лигандами может быть увеличена в случае их локализации между субдоменами белка [5]. С учетом вышеизложенного можно предположить, что в данном случае самоассоциаты порфиринов также расположены между доменами III В и I В или III А и II А.

Следующим этапом работы являлась оценка фотокаталитической активности самоассоциатов N-spor в отношении БСА при $5.5 \leq \text{pH} \leq 6.5$. Судя по электрофореграммам (рис. 4) фотооблучение не приводит к деструкции белка. Вероятно, что порфирины, находясь в составе Н-ассоциатов, не способны обеспечить высокий выход АФК для фотодеструкции биосубстратов.

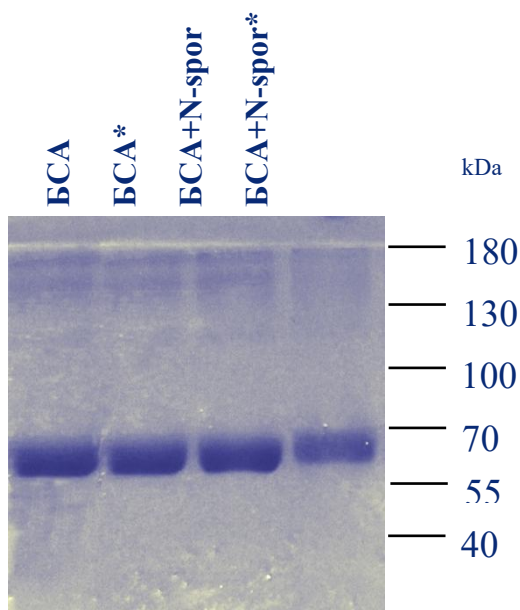


Рисунок 4 – Электрофореграмма БСА и его комплекса с N-spor (*-после облучения)

Выводы: В слабокислых средах исследуемый порфирин существует в форме Н-ассоциатов, которые не разрушаются при взаимодействии с белком, не вызывают изменения его вторичной структуры, но повышают его терморезистентность. Предположено, что Н-ассоциаты порфиринов локализованы между субдоменами белка, что и повышает его температуру плавления. Анализ фотокаталитической активности ФС показал, что в слабокислых средах порфирин теряет способность к фотоокислению белка. Полученные результаты могут быть полезны при дизайне фотосенсибилизаторов для ФДТ.

Список литературы

1. Kiselev A. N. et al. Synthesis and study of water-soluble asymmetric cationic porphyrins as potential photoinactivators of pathogens //Russian Chemical Bulletin. – 2022. – Vol. 71. – №. 12. – P. 2691-2700.
2. Urizzi P. et al. Low-density lipoprotein-bound aluminum sulfophthalocyanine: targeting tumor cells for photodynamic therapy //Journal of Porphyrins and Phthalocyanines. – 2001. – Vol. 5. – №. 02. – P. 154-160.
3. Yurina E. S. et al. H-bonded acid-base type associates of sulfoheteryl substituted porphyrins and their influence on chromophoric properties // Journal of Molecular Liquids. – 2023. – Vol. 383. – P. 122181.
4. Wang L., Geng D., Su H. Safe and efficient pH sensitive tumor targeting modified liposomes with minimal cytotoxicity //Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2014. – Vol. 123. – P. 395-402.
5. Lebedeva N. S. et al. Effect of albumin on the aggregation of deuteroporphyrin in aqueous organic medium //Mendelev Communications. – 2020. – Vol. 30. – №. 6. – P. 805-808.

ТАРАСОВА Д. А, БОГДАНОВА Н. В, ДУБОВИК Ю. П.
**ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ
ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО**

*Международный государственный экологический институт им. А. Д.
Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск
e-mail: dahkingwhy@gmail.com*

TARASOVA D. A, BOGDANOVA N. V, DUBOVIK J. P.
STUDY OF ANTI-BACTERIAL ACTIVITY CANADIAN GOLDENROSE
*A. D. Sakharov International State Ecological Institute of the Belarusian State
University, Minsk
e-mail: dahkingwhy@gmail.com*

Аннотация: Изучена антибактериальная активность гексанового и хлороформного экстрактов цветков золотарника канадского (*Solidago canadensis*) в отношении *S.aureus* и *E.coli* диско-диффузионным методом. Антибактериальную активность оценивали по диаметру зон ингибирования роста бактерий.

Ключевые слова: *Solidago canadensis* (золотарник канадский), Антибактериальная активность, Экстракты (гексановый/хлороформный), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Abstract: The antibacterial activity of hexane and chloroform extracts of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) flowers was studied using the disc diffusion method against *S. aureus* and *E. coli*. The antibacterial activity was assessed based on the diameter of the zones of bacterial growth inhibition.

Keywords: *Solidago canadensis* (Canadian goldenrod), Antibacterial activity, Extracts (hexane/chloroform), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Цель исследования. Изучить антибактериальную активность различных экстрактов золотарника канадского (*Solidago canadensis*) в отношении грамположительных (*Staphylococcus aureus*) и грамотрицательных (*Escherichia coli*) бактерий диско-диффузионным методом.

Материалы и методы исследования. Объект — цветки золотарника канадского, собранные 08.09.2025 в Минской обл. (фаза цветения). Экстракты готовили на основе гексана и хлороформа. 10 г свежих цветков экстрагировали в аппарате Сокслета 100 мл гексана (3 ч). Остаток после гексановой экстракции высушивали (3,6 г), затем экстрагировали 100 мл хлороформа (3 ч) [2].

Из фильтровальной бумаги вырезали диски, наносили по 5 мкл экстракта (100 мг/мл) 15-кратно с просушиванием в боксе.

Бактериальные культуры (*S. aureus* и *E. coli*) высевали газоном методом Дригальского на среду Mueller Hinton Agar (3,7 г на 200 мл воды,

кипячение 40 мин, охлаждение до 45–50 °С, разлив в чашки Петри, подсушка 40–60 мин)[1].

На чашки с посевами раскладывали диски с экстрактами, антибиотиками и контролем. Инкубировали 18–24 ч при 37 °С вверх дном. Измеряли зоны ингибиции роста.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании диаметров зон ингибирования роста исследуемых культур бактерий судят о их чувствительности к антибиотикам и исследуемым веществам.

Таблица 1 – Пограничные данные диаметра зон задержки роста и значений для интерпретации результатов испытания чувствительности микроорганизмов [3]

Антибиотики	Диаметры зон		
	Устойчивые (R)	Умеренно устойчивые (R/S)	Чувствительные (S)
Оксациллин	≤ 12 мм	13-15 мм	> 16 мм
Цефтриаксон	≤ 16 мм	17–20 мм	> 20 мм

> 20 мм

После инкубации чашек Петри в течение 24 часов были получены следующие результаты:

Таблица 2 – Антибактериальная активность гексанового экстракта золотарника по отношению к *E. coli*

Бактерии	Контроль		Ампициллин		Цефтриаксон		Гексановый экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
E.Coli	0	R	25	S	33	S	15	R

Таблица 3 – Антибактериальная активность хлороформного экстракта золотарника по отношению к *E. coli*

Бактерии	Контроль		Ампициллин		Цефтриаксон		Хлороформный экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
E.Coli	0	R	25	R/S	36	S	0	R

Таблица 4 – Антибактериальная активность гексанового экстракта золотарника по отношению к *S.Aureus*

Бактерии	Контроль		Ампициллин		Оксациллин		Гексановый экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
S.Aureus	0	R	20	R	14	R/S	9	R

Таблица 5 – Антибактериальная активность хлороформного экстракта золотарника по отношению к S.Aureus

Бактерии	Контроль		Ампициллин		Оксациллин		Хлороформный экстракт	
	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S	Диаметр, мм	R, S
S.Aureus	0	R	13	R	17	S	13	R

Оба экстракта не показали значимых различий между собой: в большинстве случаев зоны ингибирования составили 0-9 мм для гексанового экстракта и 0-13 для хлороформного экстракта, что соответствует резистентности. При этом хлороформный экстракт в одном случае проявил зону ингибирования 13 мм в отношении S. aureus, что незначительно выше, чем у гексанового, однако данный результат также расценён как резистентный. Таким образом, оба экстракта не обладают значимой антибактериальной активностью и сопоставимы между собой по эффективности.

Выводы. Установлено, что гексановый и хлороформный экстракты проявляют низкую или отсутствующую антибактериальную активность в отношении S. aureus со средними зонами ингибирования 6,5 мм и 6,5 мм соответственно, в свою очередь в отношении E. coli средние зоны ингибирования 7,5 мм (гексановый экстракт) и 0 мм (хлороформный экстракт). Оба экстракта не проявили значимой антибактериальной активности против исследуемых культур. При этом хлороформный экстракт в единичном случае показал зону ингибирования 13 мм в отношении S. aureus, что незначительно выше, чем у гексанового (максимум 9 мм), однако данные результаты также расценены как резистентные.

Таким образом, гексановый и хлороформный экстракты золотарника канадского сопоставимы между собой по эффективности и не обладают значимой антибактериальной активностью в условиях проведённого эксперимента.

Список литературы

1. МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам». – М., 2004.
2. Челомбитко В.А., Литвиненко В.А. Сравнительное изучение антимикробных свойств гексановых и хлороформных извлечений из цветков сложноцветных // Фармация и фармакология. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 88–94.
3. EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 14.0, 2024.

¹ТУРДАЛИЕВА П.К., ^{2,3}РОДИН И.А., ¹ТУРГУНБОВ Ш.Ш.,
¹КАРИМОВ Ш.Х.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ФЕРГАНСКОГО ВИДА *TRIBULUS TERRESTRIS* L.

Ферганский государственный университет, Узбекистан, г. Фергана

²*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Россия, г. Москва*

³*ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), кафедра эпидемиологии и доказательной
медицины, г. Москва
e-mail: parizod70@mail.ru*

¹TURDALIYEVA P.K., ^{2,3}RODIN I.A., ¹TURGUNBOEV Sh.Sh.,
¹KARIMOV Sh.Kh.

CHEMICAL COMPOSITION AND PHARMACOLOGICAL POTENTIAL OF THE FERGANA SPECIES *TRIBULUS TERRESTRIS* L.

¹*Fergana State University, Fergana, Uzbekistan*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

³*Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Healthcare
of the Russian Federation (Sechenov University), Department of Epidemiology
and Evidence-Based Medicine, Moscow
e-mail: parizod70@mail.ru*

Аннотация: Методом ВЭЖХ в составе надземной части *Tribulus terrestris* L. произрастающего на территории Ферганской долины, было установлено высокое содержание биоконпонентов таких, как аминокислоты, фенольные соединения, флавоноиды, органические кислоты, углеводы и витамины. Результаты спектрофотометрического анализа подтвердили наличие выраженной антирадикальной активности

спиртового экстракта растения, которая возрастает с увеличением концентрации, что свидетельствуют о выраженных антиоксидантных свойствах растения и подтверждают перспективность его применения в фармакологии.

Ключевые слова: *Tribulus terrestris* L., флавоноиды, аминокислоты, фенольные соединения, углеводы, витамины, карбоновые кислоты, ДФПГ

Abstract: Using HPLC, the aerial parts of *Tribulus terrestris* L., grown in the Fergana Valley, were found to contain high levels of biocomponents such as amino acids, phenolic compounds, flavonoids, organic acids, carbohydrates, and vitamins. Spectrophotometric analysis confirmed the plant's ethanol extract's pronounced antiradical activity, which increases with concentration. This demonstrates the plant's pronounced antioxidant properties and confirms its potential for pharmacological use.

Keywords: *Tribulus terrestris* L., flavonoids, amino acids, phenolic compounds, carbohydrates, vitamins, carboxylic acids, DPPH

Целью работы явилась идентификация и количественное определение биологически активных компонентов надземной части *Tribulus terrestris* L., а также выявление антирадикальной активности и на основе установленных результатов обоснование фармакологического действия экстракта.

Якорцы стелющиеся представляют собой однолетнее травянистое растение, характеризующееся коротким опушением. Среди значимых групп биокомпонентов *Tribulus terrestris* L. выделяются стероидные сапонины, такие как диосцин, протодиосцин, трибестин, прототрибестин, метилпрототрибестин, метилпротодиосцин, псевдопротодиосцин, и трибулозин [1].

В научной литературе представлен ряд исследований, посвященных изучению возможностей применения *Tribulus terrestris* L. для лечения и профилактики различных заболеваний, таких как сексуальная дисфункция [2], ишемическая болезнь сердца и нарушения углеводного обмена [3].

Ранее нами была создана и внедрено в практику биологически активная добавка к пище, на основе лекарственных растения Ферганской долины, применяемый при профилактике и лечении железодефицитной анемии, для лечения страдающих сахарным диабетом [4], также в профилактике и лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы [5].

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали образец надземной части ферганского вида *Tribulus terrestris* L. (якорцев стелющихся), собранный в августе месяца.

Биологические активные вещества и витамины в составе растения определяли с помощью метода ВЭЖХ, условия которого: жидкостный хроматограф Agilent 1100, рефрактометрическим детектором RID G1362. Антирадикальную активность (АРА) спиртового экстракта растения определяли спектрофотометрическим методом по отношению к

стабильному свободному радикалуДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила).

Результаты исследования и их обсуждение. В составе надземной части *Tribulus terrestris* L. идентифицировали в значительном количестве 20 аминокислот, фенольные соединения, флавоноиды (рутин, розавин), углеводы (глюкоза, фруктоза), органические кислоты (лимонная, янтарная кислота), и витамины (аскорбиновая кислота, рибофлавин, фолиевая кислота, ниацин). Результаты анализа по количественному содержанию химических компонентов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Количественное содержание биологически активных веществ и витаминов в составе надземной части *Tribulus terrestris* L., произрастающего в Ферганской долине.

Биологически активное вещество (биокомпоненты)	Содержание компонентов, (мг/г)
Аминокислоты	Пролин
	Цистеин
	Аспарагин
	Глутамин
Флавоноиды	Рутин
	Розавин
Органические кислоты	Лимонная кислота
	Янтарная кислота
Углеводы	Глюкоза
	Фруктоза
Витамины	В2 (рибофлавин)
	В9 (фолиевая кислота)
	РР(В3) (никотиновая к-та)
	С (аскорбиновая кислота)

Ниже, приведены результаты по изучению антирадикальной активности спиртового экстракта вегетативной части якорцев стелющиеся, произрастающего на территории Ферганской долины. (Табл.2).

Таблица 2 - Антирадикальная активность Ферганского вида *Tribulus terrestris* L

Экстракт растения (спиртовый настой)	ингибирование, в % (на 10 –ой мин.)					
	50 мкл	100 мкл	200 мкл	300 мкл	400 мкл	500 мкл
Якорцы стелющиеся <i>Tribulus terrestris</i> L.	8,9±1.2	12,2±2.1	18,1±2.4	26,5±1.8	31.5±2.3	32.2±2.1

Далее, была рассмотрена динамика увеличения степени ингибирования спиртового раствора *Tribulus terrestris* L. при увеличении концентрации экстракта (Рис.1).

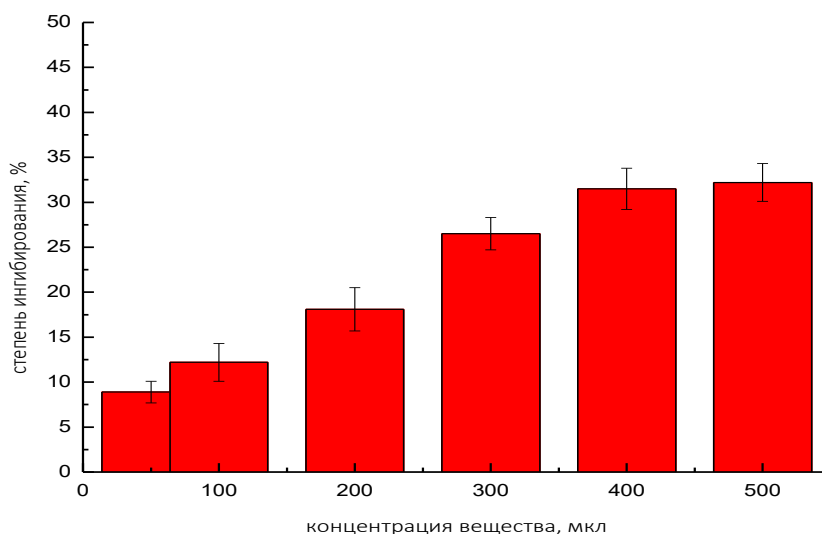


Рисунок 1 - Динамика увеличения АРА (в %) спиртового раствора *Tribulus terrestris* L. при увеличении концентрации экстракта.

Полученные данные свидетельствуют (Табл.1) о наличии комплекса аминокислот, витаминов группы В, органических кислот и биофлавоноидов, формирующих синергетический фармакологический эффект:

- стимуляция митохондриального энергетического обмена (аминокислоты, янтарная кислота, рибофлавин);
- адаптогенное и нейрометаболическое действие (фолиевая кислота, ниацин, розавин);
- кардиопротекторный и сосудоукрепляющий эффект (рутин. Витамин С, ниацин);
- поддержка кроветворения (фолиевая кислота, рибофлавин);
- детоксикационное действие (органические кислоты);
- иммуномодулирующий и антиоксидантный эффект (витамин группы В и С, биофлавоноиды);

В результате исследования спиртовой экстракт (30% этиловый спирт) растения якорцы стелющиеся показал антирадикальную активность (АРА) относительно свободного радикала ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) (Табл.2).

Из рисунка видно, что экстракт *Tribulus terrestris* L. обладает высокой антирадикальной активностью, соответственно активно противодействует раковым клеткам. Следовательно, *Tribulus terrestris* L. как природный

антиоксидант, перспективно применять при лечении и профилактике онкологических заболеваний.

Из таблиц и рисунка видно, состав надземной части *Tribulus terrestris* L. богат биологически активными соединениями, что свидетельствует о сильнейшем фармакологическом эффектом экстракта растения.

Выводы. Экстракт надземной части *Tribulus terrestris* L. демонстрирует метаболическую, антиоксидантную, кардиопротекторную, иммуномодулирующую и адаптогенную активность, что позволяет рассматривать его как перспективную основу для создания фитопрепаратов комплексного действия.

Таким образом, ферганский вид *Tribulus terrestris* L. представляет значительный интерес для фармакологии и медицины как потенциальное сырьё для разработки фитопрепаратов, направленных на профилактику и комплексную терапию заболеваний, в том числе связанных с окислительным стрессом и онкологическими процессами. Полученные данные обосновывают необходимости дальнейших углубленных исследований, включая доклинические и клинические испытания.

Список литературы

1. Noori M., Dehshiri M.M., Zolfaghari M. R. *Tribulus Terrestris* L. (*Zygophyllaceae*) Flavonoid Compounds // International Journal of Modern Botany. 2012. Vol.2. P.35–39. [https:// doi.org/10.5923/j.ijmb.20120203.01](https://doi.org/10.5923/j.ijmb.20120203.01)
2. Sellandi T.M., Thakar A.B., Baghel M.S. Clinical study of *Tribulus terrestris* Linn. in Oligozoospermia: A double blind study // Ayu. 2016. Vol.33(3). P.356-364. DOI: 10.4103/0974-8520.108822
3. Ercan P., El S.N. Corrigendum to “Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase, α -amylase and α -glucosidase // Food Chemistry. 2016, Vol.205, P.163-169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.062>
4. Турдалиева П.К. Новый принцип создания лекарственного растительного сбора, применяемого при сахарном диабете// Фармацевтический журнал Узбекистана// 2023. №3. С.17-24.
5. Турдалиева П.К. Создание лечебного растительного сбора из лекарственных растений Ферганской долины на основе элементного состава для профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы// Химия растительного сырья. 2024. №4. С.241–249. <http://journal.asu.ru/cw/article/view/12181/13989>

ХОЖАМБЕРГЕНОВА П.Е., ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К.
**ФЛАВОНОИДЫ РАСТЕНИЙ РОДА ASTRAGALUS КАК
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОАКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В
МЕДИЦИНСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Медицинский Институт Каракалпакстана, г. Нукус

e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

KHOJAMBERGENOVA P.E., TLEUKABULOVA Kh.K.
**FLAVONOIDS OF ASTRAGALUS GENUS PLANTS AS PERSPECTIVE
BIOACTIVE COMPOUNDS IN MEDICAL BIOTECHNOLOGY**

^{1.} *Medical Institute of Karakalpakstan, Nukus*

^{2.} *Karakalpak Medical Institute, Nukus*

e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

Аннотация: В работе проведено комплексное исследование флавоноидного состава растений рода *Astragalus* с использованием методов бумажной хроматографии и спектрофотометрии. Определены качественные и количественные характеристики основных флавоноидных соединений, рассмотрены молекулярные механизмы их фармакологического действия. Полученные данные обосновывают перспективность использования растений рода *Astragalus* в разработке фитопрепаратов и биофармацевтических продуктов.

Ключевые слова: *Astragalus*, флавоноиды, биофармацевтика, антиоксидантная активность, иммуномодуляция

Abstract: This study presents a comprehensive analysis of the flavonoid composition of plants of the genus *Astragalus* using paper chromatography and spectrophotometric methods. The qualitative and quantitative characteristics of major flavonoids were determined, and the molecular mechanisms of their pharmacological action were analyzed. The findings support the potential application of *Astragalus* species in the development of phytopharmaceutical and biotechnological products.

Keywords: *Astragalus*, flavonoids, biopharmaceutics, antioxidant activity, immunomodulation

Введение. В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к природным биологически активным соединениям, обладающим широким спектром фармакологического действия. Особое место среди них занимают флавоноиды — полифенольные соединения растительного происхождения, участвующие в регуляции окислительно-восстановительных процессов.

Растения рода *Astragalus* являются одним из наиболее богатых источников флавоноидов и широко используются в традиционной медицине различных стран. Несмотря на это, вопросы количественной

оценки и механизмов действия данных соединений остаются недостаточно изученными, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования. Комплексное изучение флавоноидного состава растений рода *Astragalus* и оценка их фармакологической активности с позиций современной медицинской биотехнологии.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили надземные части растений рода *Astragalus*, собранные в фазе цветения. Сырье подвергалось стандартной сушке и измельчению.

Экстракцию биологически активных веществ осуществляли с использованием 70% этанола при температуре 60°C. Качественный анализ проводился методом бумажной хроматографии в системе растворителей н-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5).

Количественное определение суммарных флавоноидов выполнялось спектрофотометрическим методом с использованием алюминия хлорида при длине волны 415 нм.

Антиоксидантная активность оценивалась по способности ингибировать свободно-радикальные процессы (модель DPPH). Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенный хроматографический анализ позволил выявить наличие флавонолов и флавонов, среди которых доминируют кверцетин, кемпферол и их гликозидные формы.

Таблица 1 – Содержание флавоноидов в образцах *Astragalus*

Соединение	Содержание (%)
Кверцетин	1,2 ± 0,1
Кемпферол	0,9 ± 0,08
Гликозиды	1,5 ± 0,12
Итого	3,6 ± 0,2

Полученные данные свидетельствуют о значительном накоплении флавоноидов в исследуемом сырье.

Антиоксидантная активность экстрактов составила до 68% ингибирования свободных радикалов, что указывает на высокий потенциал в предотвращении оксидативного стресса.

Механизмы фармакологического действия флавоноидов связаны с:

- инактивацией активных форм кислорода
- ингибированием ферментов циклооксигеназы и липооксигеназы
- модуляцией сигнальных путей NF-κB

Иммуномодулирующее действие проявляется в усилении продукции цитокинов и активации макрофагов.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило, что растения рода *Astragalus* являются перспективным источником флавоноидных соединений с высокой биологической активностью.

1. Растения рода *Astragalus* характеризуются высоким содержанием флавоноидов (до 3,6%).
2. Основными компонентами являются кверцетин, кемпферол и их производные.
3. Установлена высокая антиоксидантная активность экстрактов (до 68%).
4. Механизм действия связан с регуляцией окислительных и воспалительных процессов.
5. *Astragalus* является перспективным источником для разработки биофармацевтических препаратов.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности дальнейшего углубленного изучения растений рода *Astragalus* и обосновывают их использование в качестве сырьевой базы для разработки новых фитопрепаратов и биофармацевтических средств с многофакторным механизмом действия.

Список литературы

1. Кузнецова А.А. Флавоноиды и их биологическая роль. – М., 2020.
2. Иванов И.И. Фитохимия лекарственных растений. – СПб., 2019.
3. Zhang W. et al. *Astragalus* pharmacology. – J. Ethnopharmacology, 2021.
4. Li X. Antioxidant flavonoids. – Phytochemistry, 2020.
5. WHO. Guidelines on medicinal plants. – Geneva, 2018.

**СЕКЦИЯ 3
КЛЕТОЧНАЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ
ИНЖЕНЕРИЯ**

ЖЕРНОСЕЧЕНКО А.А., САКОВИЧ И.С.
АНАЛИЗ СУПРЕССИВНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ *IN VITRO*
ЦИТОКИН-ИНДУЦИРОВАННЫХ Т-РЕГУЛЯТОРОВ

*Республиканский научно-практический центр детской онкологии,
 гематологии и иммунологии, Республика Беларусь, г. Минск
 e-mail: hanna.zhernasechanka@gmail.com*

ZHERNASECHANKA H.A., SAKOVICH I. S.
ANALYSIS OF THE SUPPRESSIVE PROPERTIES OBTAINED *IN*
***VITRO* CYTOKINE-INDUCED T-REGULATORS**

*Belarusian Research Center for Pediatric Oncology, Hematology and
 Immunology, Republic of Belarus, Minsk
 e-mail: hanna.zhernasechanka@gmail.com*

Аннотация: проведя анализ супрессивных свойств, полученных разработанным методом цитокин-индуцированных Т-регуляторов (iTreg), выявлено, что Treg обладают подавляющими свойствами в отношении субпопуляций CD8⁺ Т-лимфоцитов, что подтверждает возможность их применения в иммунотерапии реакции «трансплантат против хозяина» (РТПХ).

Ключевые слова: регуляторные Т-лимфоциты, CD4 Т-лимфоциты

Abstract: we have analyzed the suppressive properties of cytokine-induced T-regulators (iTreg) that have been obtained using a previously developed method. We have demonstrated that Tregs have suppressive properties against CD8⁺ T-lymphocytes, which confirms the possibility of their use in immunotherapy of graft-versus-host disease.

Keywords: regulatory T lymphocytes, CD4 T lymphocytes

Цель исследования. Проанализировать иммуносупрессивные свойства полученных цитокин-индуцированных Т-регуляторов (iTreg) в эксперименте *in vitro* на субпопуляции CD8⁺ Т-лимфоцитов с целью подтверждения возможности их применения для реакции «трансплантат против хозяина» (РТПХ).

Материалы и методы исследования. Для исследования иммуносупрессивных свойств были получены iTreg из очищенной фракции CD4-клеток периферической крови здоровых доноров. Метод получения включал в себя культивирование в среде RPMI-1640 (LT Biotex, Литва), которая содержит 10% ЭТС, 100 IU/мл IL-2 (ООО НПК «Биотех», Россия), 50-100 нг/мл anti-CD3 и anti-CD28 антитела (Elabscience, Китай), 5 нг/мл TGFβ в течение 14 суток. Анализ супрессивных свойств проводили путем подсчета CD8+HLA-DR⁺, CD8+CD38⁺, CD8+CD69⁺ субпопуляций Т-лимфоцитов донора в культурах после совместного культивирования выделенной фракцией моноклеарных клеток (МНК) здоровых доноров и

индуцированных Treg в соотношении Treg:МНК = 1:4 и 1:16 в среде RPMI-1640 в присутствии 10% ЭТС, 50-100 нг/мл anti-CD3, 1 % антибиотика. В качестве контроля использовали фракцию моноклеарных клеток культивированную в отсутствии iTreg в присутствии 10% ЭТС, 50-100 нг/мл anti-CD3, 1 % антибиотика в среде RPMI-1640. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Statistica 7 (StatSoft, США). Для анализа данных использовали непараметрический Mann-Whitney U Test. При уровне значимости $p < 0,05$ различия показателей считали достоверными.

Результаты исследования и их обсуждение. Цитотоксические Т-лимфоциты, экспрессирующие гликопротеин CD8+ в качестве маркера идентификации, являются наряду с Т-хелперами 1 типа основными индукторами РТПХ [1]. CD8+ Т-лимфоциты в эффекторную фазу РТПХ поражают ткани реципиента и элиминируют эпителиальные клетки за счет экспрессии Fas-лиганда или за счет высвобождения цитотоксических молекул, включая перфорин и гранзим В [2].

Анализ относительного количества субпопуляций CD3+CD8+, CD8+HLA-DR+ (маркера поздней активации), CD8+CD38+ (маркера ранней активации), CD8+CD69+ (маркера ранней активации) в зависимости от присутствия или отсутствия iTreg выявил, что наличие в культуре iTreg достоверно снижает относительное содержание CD3+CD8+ Т-лимфоцитов (рисунок 1).

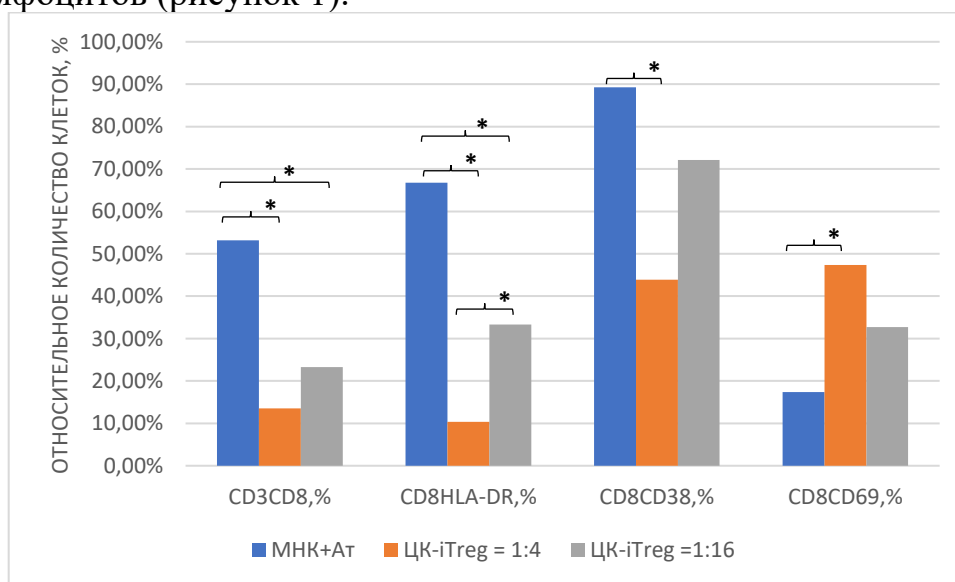


Рисунок 1 - Относительное содержание количества CD3+CD8+, CD8+HLA-DR+, CD8+CD38+, CD8+CD69+ субпопуляций Т-лимфоцитов в исследуемой культуре

Примечание: * $p < 0,05$

В ходе эксперимента показано, что присутствие в культуре iTreg, в обоих исследованных соотношениях достоверно снижает относительное содержание CD8+HLA-DR+ Т-лимфоцитов, с достоверной разницей между

соотношением 1:4 и 1:16. Для соотношения Treg:МНК = 1:4 также выявлено достоверное снижение относительного количества CD8+CD38+ (рисунок 1).

Анализ абсолютных значений клеток CD8+HLA-DR+ и CD8+CD38+ так же подтвердил достоверное супрессивное действие Treg как при соотношении Treg:МНК = 1:4, так и при соотношении Treg:МНК = 1:16 (рисунок 2). Достоверных различий в количестве CD8+CD69+ не отмечено.

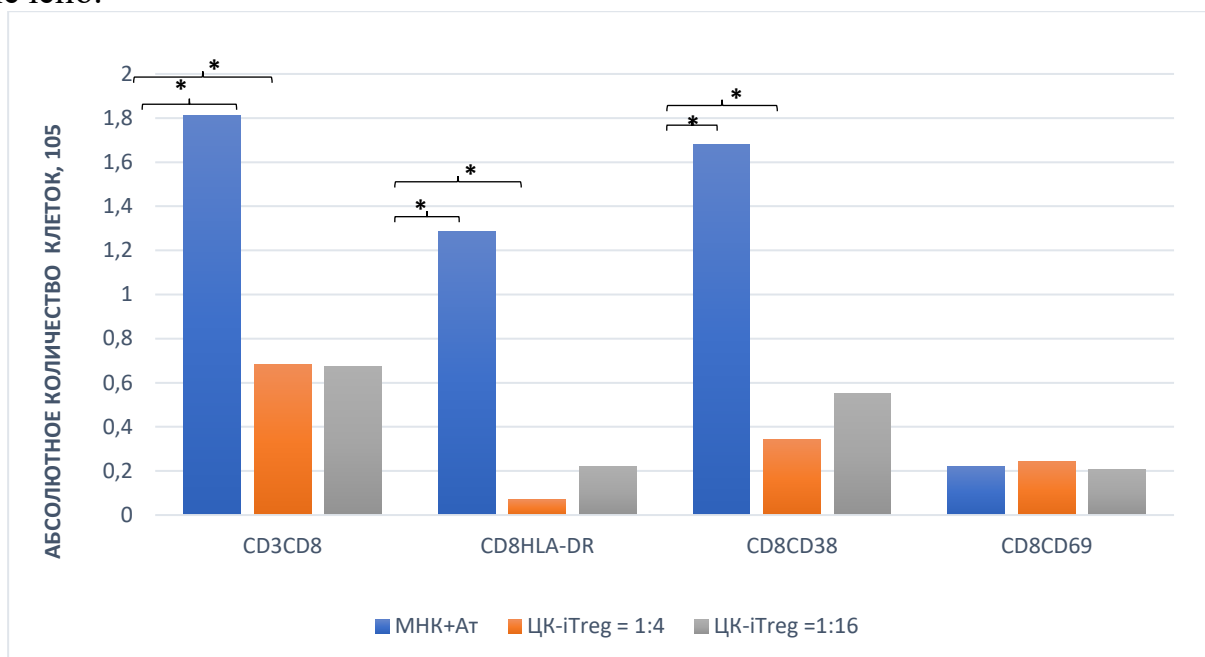


Рисунок 2 – Абсолютное содержание количества CD3+CD8+, CD8+HLA-DR+, CD8+CD38+, CD8+CD69+ субпопуляций Т-лимфоцитов в исследуемой культуре
Примечание: * $p < 0,05$

Полученные данные согласуются с тем, что контакт Treg с клеткой-мишенью (CD8+ Т-клеткой), индуцирует апоптотические сигнальные пути [3].

Выводы. Наши результаты подтверждают, что разработанный нами метод получения iTreg позволяет получить цитокин-индуцированные iTreg обладающие супрессивными свойствами в отношении CD8+ Т-лимфоцитов ранней и поздней активации.

Список литературы

1. Jiang H. T-Cell Subsets in Graft Versus Host Disease and Graft Versus Tumor // Front Immunol. 2021 Oct. Vol.12:761448.
2. Fang Y. Graft-versus-Host Disease Modulation by Innate T Cells // Int J Mol Sci. 2023 Feb. Vol. 24:4084.
3. Amini L. Clinical adoptive regulatory T Cell therapy: State of the art, challenges, and prospective // Front Cell Dev Biol. 2023. Vol.10:1081644.

¹ИВАНОВ Д. А., ¹ЕРЗИКОВ Д. Д., ^{1,2}РЫПАКОВА К. В.
**РОЛЬ ТЕЛОМЕР И ТЕЛОМЕРАЗЫ В ПРОЦЕССАХ СТАРЕНИЯ
 И КАНЦЕРОГЕНЕЗА**

¹*Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург*

²*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург
 e-mail: deniserzikov@mail.ru*

¹IVANOV D. A., ¹ERZIKOV D. D., ^{1,2}RYPAKOVA K. V.
**THE ROLE OF TELOMERES AND TELOMERASE IN THE
 PROCESSES OF AGING AND CARCINOGENESIS**

¹*Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Military Medical Academy named after S. M. Kirov" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg*

²*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Pediatric Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg
 e-mail: deniserzikov@mail.ru*

Аннотация: в статье кратко рассматривается значение теломер и теломеразы в клеточном старении и канцерогенезе, а также значение мутаций в промоторе гена TERT и белков комплекса шелтерин для поддержания стабильности генома. Обсуждается влияние укорочения теломер, хронического воспаления и окислительного стресса на старение организма и риск онкологических заболеваний.

Ключевые слова: теломеры, теломераза, TERT, старение, канцерогенез, клеточная сенесценция, шелтерин.

Abstract: The article briefly discusses the importance of telomeres and telomerase in cellular aging and carcinogenesis, as well as the importance of mutations in the TERT gene promoter and proteins of the shelterin complex for maintaining genome stability. The effect of telomere shortening, chronic inflammation, and oxidative stress on body aging and cancer risk is discussed.

Keywords: telomeres, telomerase, TERT, aging, carcinogenesis, cellular senescence, shelterin.

Цель исследования: обобщить современные данные о строении и функциях теломер и теломеразы, их роли в процессах старения и

канцерогенеза. Проанализировать механизмы укорочения теломер и активации теломеразы, рассмотреть участие комплекса шелтерин и мутаций промотора TERT в поддержании геномной стабильности, а также оценить влияние воспаления и окислительного стресса на теломерный аппарат. Также провести краткий обзор перспективных терапевтических подходов, направленных на регуляцию активности теломеразы и коррекцию теломерной дисфункции

Введение: старение и онкологические заболевания остаются одной из главных причин смертности у людей пожилого возраста, поэтому изучение их молекулярных механизмов является важной задачей современной медицины. На клеточном уровне оба процесса связаны с состоянием теломер — концевых участков хромосом, которые служат «биологическими часами» клетки. Теломеры человека состоят из множества повторов последовательности TTAGGG, расположенной на концах линейных хромосом. При каждом делении клетки теломеры постепенно укорачиваются из-за особенностей репликации ДНК и влияния окислительного стресса, что в конечном итоге может приводить к запуску сенесценции или апоптоза [3]. По мере деления клетки длина теломер уменьшается, и при достижении критического уровня активируются сигнальные пути p53/p21 и p16/Rb, что вызывает необратимую сенесценцию или апоптоз [1]. Теломераза — рибонуклеопротеиновый фермент с активностью, аналогичной активности обратной транскриптазы, который достраивает теломерные повторы на основе собственной РНК-матрицы. Основные её составляющие — каталитическая субъединица TERT и РНК-компонент TERC, комплементарный теломерной последовательности. В норме высокая активность теломеразы наблюдается в эмбриональных, зародышевых, стволовых и некоторых иммунных клетках, а в большинстве соматических клетках фермент почти не работает, поэтому теломеры там постепенно укорачиваются [4]. Для оценки активности теломеразы широко используют TRAP-анализ (Telomeric Repeat Amplification Protocol), который позволяет количественно определить удлинение синтетического праймера теломеразой с последующей ПЦР-амплификацией продуктов. Этот метод отличается высокой чувствительностью и применим даже для образцов, х небольшое число клеток [1].

Материалы и методы исследования: Данная работа представляет собой аналитический обзор литературы по структуре и функциям теломер и теломеразы, их роли в старении и канцерогенезе, а также по возможным вариантам терапевтического воздействия на теломерный аппарат. В обзор включены рецензируемые статьи из PubMed и Google Scholar, а также материалы ведущих журналов по молекулярной биологии и онкологии за последние годы, при этом приоритет отдавался работам с высоким индексом цитирования [1].

Результаты исследования и их обсуждение: комплекс шелтерин состоит из шести основных составляющих: TRF1, TRF2, POT1, TIN2, TPP1 и RAP1, которые связываются с теломерной ДНК и обеспечивают её структурную защиту. TRF1 и TRF2 участвуют в формировании Т-петли, в которой 3'-конец теломеры прячется внутрь дуплекса и не распознаётся системой репарации как повреждение ДНК. POT1 и TPP1 связываются с одноцепочечным 3'-выступом, защищают его от нуклеаз и регулируют доступ теломеразы, а TIN2 и RAP1 стабилизируют весь комплекс [2]. Нарушения в работе комплекса шелтерин, связанные с мутациями или изменением экспрессии его компонентов, приводят к теломерной дисфункции, активации p53-зависимого пути и хромосомной нестабильности, что повышает риск синдромов ускоренного старения и опухолевой трансформации [5]. Укорочение теломер относится к основным признакам старения клеток и сопровождается накоплением сенесцентных клеток, которые приобретают специфический секреторный фенотип (SASP) и активно выделяют провоспалительные цитокины и другие биологически активные молекулы. Это способствует формированию хронического низкоуровневого воспаления, которое связывают с развитием атеросклероза, диабета 2 типа и нейродегенеративных заболеваний [5]. Эксперименты на мышах с дефицитом теломеразы показали признаки ускоренного старения: ухудшение регенерации тканей, остеопороз, фиброз и уменьшение числа стволовых клеток. В то же время искусственная активация теломеразы в моделях способна частично улучшать восстановление тканей, но сопровождается повышением риска опухолевого роста. Хроническое воспаление, окислительный и психосоциальный стресс дополнительно ускоряют укорочение теломер и повышают биологический возраст организма [4]. Репликативная бессмертность раковых клеток в большинстве случаев обеспечивается активацией теломеразы, которую обнаруживают примерно в 85–90% злокачественных новообразований. Даже относительно низкого уровня активности фермента достаточно, чтобы поддерживать самые короткие теломеры и не допускать кризиса [3]. Одним из важных факторов активации теломеразы являются мутации в промоторной области гена TERT (например, C228T и C250T), создающие новые сайты связывания транскрипционных факторов и усиливающие экспрессию TERT. Эти мутации часто выявляют в меланомах, глиобластомах и некоторых опухолях, тогда как в ряде эпителиальных карцином чаще задействуются другие пути активации теломеразы, включая амплификацию гена и эпигенетические изменения. Около 10–15% опухолей используют альтернативный механизм удлинения теломер (ALT), основанный на гомологичной рекомбинации и обмене теломерной ДНК между хромосомами. Изучение регуляции ALT-пути рассматривается как перспективное направление для создания препаратов против опухолей,

не зависящих от активности теломеразы. Если рассматривать терапевтические подходы, то теломераза считается перспективной мишенью для противоопухолевой терапии, так как её активность характерна для большинства опухолевых клеток и минимальна в нормальных соматических тканях. Созданы антисмысловые олигонуклеотиды, низкомолекулярные ингибиторы и вакцины против TERT; одним из наиболее изученных препаратов является имателстат (GRN163L), показавший эффективность в ряде доклинических и клинических исследований. Обратная стратегия — активация теломеразы — рассматривается при теломерных синдромах и некоторых возраст-ассоциированных заболеваниях; в экспериментах активаторы теломеразы, в том числе соединения из астрагала (ТА-65), приводили к удлинению теломер и улучшению регенерации тканей. Однако такой подход может повышать риск развития опухолей, поэтому требует осторожности и индивидуального подбора терапии с учётом статуса TERT, длины теломер и сопутствующей патологии [5].

Выводы. Теломеры и теломераза играют ключевую роль в регуляции клеточного старения, поддержании геномной стабильности и формировании репликативной бессмертности опухолевых клеток. Прогрессивное укорочение теломер ограничивает число делений нормальных клеток и связано с накоплением сенесцентных клеток и хроническим воспалением, тогда как активация теломеразы или использование ALT-механизма позволяет опухолевым клеткам обходить этот барьер. Хроническое воспаление, окислительный и психосоциальный стресс дополнительно ускоряют укорочение теломер и повышают риск развития возраст-связанных и онкологических заболеваний. Таргетная регуляция теломеразы и теломерного аппарата представляет собой перспективное направление как в онкологии, так и в геронтологии, но требует очень осторожного подхода из-за возможного усиления канцерогенеза [1].

Список литературы

1. Blackburn E.H., Greider C.W., Szostak J.W. Telomeres and telomerase: the path from maize, Tetrahymena and yeast to human cancer and aging // Nat. Med. 2006. Vol. 12, № 10. P. 1133–1138.
2. de Lange T. Shelterin: the protein complex that shapes and safeguards human telomeres // Genes Dev. 2005. Vol. 19, № 18. P. 2100–2110.
3. Shay J.W. Role of telomeres and telomerase in aging and cancer // Cancer Discov. 2016. Vol. 6, № 6. P. 584–593.
4. Boccardi V., Marano L. Aging, cancer, and inflammation: the telomerase connection // Int. J. Mol. Sci. 2024. Vol. 25, № 15. P. 8542.
5. Bernardes de Jesus B., Blasco M.A. Telomerase at the intersection of cancer and aging // Trends Genet. 2013. Vol. 29, № 9. P. 513–520.

ЛЕТОВ О.В.
**ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ
ИНЖЕНЕРИИ**

*Институт Научной информации по общественным наукам РАН,
г. Москва
email: mramor59@mail.ru*

LETOV O.V.
**ETHICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF GENETIC
ENGINEERING**

*Institute of Scientific Information on Social Sciences, Russian Academy of
Sciences, Moscow
email: mramor59@mail.ru*

Аннотация: Работа посвящена актуальным этическим проблемам развития генетической инженерии. Информация о ДНК человека может изменить способы, которыми люди концептуализируют свою идентичность. Генетические объяснения также имеют заметное социальное воздействие, поскольку на социальное восприятие можно повлиять, приписывая характеристики человека генетическим причинам.

Ключевые слова: генетика, идентичность, геном, этические принципы, автономия пациента.

Abstract: This paper examines current ethical issues surrounding the development of genetic engineering. Information about human DNA can change the way people conceptualize their identity. Genetic explanations also have significant social impact, as social perceptions can be influenced by attributing human characteristics to genetic causes.

Keywords: genetics, identity, genome, ethical principles, patient autonomy.

В настоящее время жители развивающихся государств вынуждены одновременно бороться с инфекционными и неинфекционными заболеваниями. Если противодействие последним предполагает не только коррекцию образа жизни, но и осознание весомой роли наследственности в их развитии. Для стран «третьего мира» характерен высокий уровень генетических аномалий, обусловленный практикой кровнородственных союзов и, как следствие, ростом числа аутосомно-рецессивных патологий.

В прошлом генетиков нередко упрекали в использовании научных достижений в евгенических целях — от пренатальной диагностики и абортов при выявлении пороков развития плода до попыток конструирования «совершенного человека» [2, с.456]. Подобные спорные идеи не находили широкой общественной поддержки. Сегодня, как отмечают М.С. Лебовитц и др. [1], «благодаря доступным для

потребителей услугам генетического тестирования люди всё чаще могут получать данные о состоянии своего здоровья и происхождении». Снижение стоимости анализов привело к росту числа лабораторий, предоставляющих услуги сомнительного качества. Развивающиеся страны заметно отстают в создании законодательной базы, регулирующей деятельность таких организаций и гарантирующей надлежащее качество исследований. Необходимо внедрение жёстких нормативов, обеспечивающих соблюдение этических и профессиональных норм, а также формирование механизмов контроля за их исполнением.

Другой ключевой аспект консультирования — автономия пациента в выборе дальнейшего пути. Человек должен располагать всей необходимой информацией и возможностью выбрать стратегию действий, соответствующую его обстоятельствам. «Однако эта свобода не безгранична: она ограничена законом и социальными нормами. Особенно остро данное ограничение проявляется в сфере пренатальной диагностики, когда пациент хочет узнать пол будущего ребёнка или избавиться от плода с патологией за пределами разрешённого законом срока прерывания беременности» [1].

Что касается редактирования генома, мировое научное сообщество сходится во мнении, что его применение в целях «улучшения» определённых качеств должно быть запрещено. Тем не менее остаётся дискуссионным вопрос о допустимой степени вмешательства родителей в процесс развития эмбриона и плода. Кроме того, существует опасение, что технологии редактирования генома окажутся доступны только обеспеченным слоям населения, что лишь усугубит существующее неравенство между богатыми и бедными.

Критики трансгуманизма рассматривают редактирование генома как мощный инструмент, который может привести к непредсказуемым последствиям и, что особенно важно, к утрате сущности человеческой природы. Эти опасения перекликаются с более широкой критикой трансгуманизма, сторонники которого предполагают, что модификация человека может породить «постчеловека» - существо, кардинально отличающееся от современного понимания человека. Хотя страхи по поводу появления «сверхлюдей» и изменения человеческой природы на первый взгляд могут казаться различными, обе точки зрения исходят из предположения, что генетическое улучшение может создать индивидов, которые не соответствуют определению «человек» — будь то «сверхлюди» или «постлюди», чья сущность кардинально изменена. В обоих случаях основная экзистенциальная проблема заключается в том, что редактирование генома может привести к появлению новой категории существ, которые либо заменят обычных людей, либо не смогут с ними сосуществовать. Эти потенциальные риски имеют серьезные последствия для биоэтики, государственной политики и будущих технологий

редактирования человеческого генома.

На данный момент редактирование наследуемого генома человека запрещено во всем мире из-за опасений по поводу безопасности и этических соображений, подобных упомянутым выше. Но насколько обоснованы эти тревожные сценарии, и являются ли они веской причиной для продолжительного запрета редактирования генома человека в будущем, если его безопасность будет обеспечена? В контексте обсуждения генетического улучшения возникает вопрос о том, как можно создать генетически модифицированного человека. Наследственное редактирование генома, являющееся ключевым аспектом этой дискуссии, представляет собой особую форму редактирования, которая проводится на эмбрионах на самых ранних стадиях их развития. В отличие от редактирования, применяемого в генной терапии, этот подход приводит к созданию генетически модифицированного человека, у которого каждая клетка будет иметь измененный геном. Наследственное редактирование возможно только в процессе экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), так как модификация должна осуществляться на очень раннем эмбрионе для достижения однородности измененного генома во всех клетках. Редактирование генома эмбриона, зачатого естественным путем, невозможно по причине отсутствия безопасных методов доступа к нему. Если же редактирование генома проводится уже после рождения ребенка, измененный геном будет присутствовать только в части его клеток — такая ситуация характерна для процедур генной терапии.

Список литературы

1. Lebowitz M.S., Tabb K., Appelbaum P. S. Genetic attributions and perceptions of naturalness are shaped by evaluative valence // Mode of access: <https://doi.org/10.1080/00224545.2021.1909522> (first downloaded 29.07.2025)
2. Nundy S. et al. How to practice academic medicine and publish from developing countries? // Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-981-16-5248-6_48 (First downloaded 27.03.2025)

НЕГРУБ С. Р., ПРОЦЕНКО Г. О., СТРЕЛЬЦОВА К. Г.

ЗООТОКСИНЫ КАК РАДИОПРОТЕКТОРЫ

*Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург
e-mail: marita_K@mail.ru*

NEGRUB S. R., PROTSENKO G. O., STRELTSOVA K. G.

ZOOTOXINS AS RADIOPROTECTORS

*Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "S.M. Kirov Military Medical Academy" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg
e-mail: marita_K@mail.ru*

Аннотация: Современная техногенная среда может быть крайне агрессивной и представлять опасность для здоровья человека. Для компенсации негативного воздействия ионизирующего излучения рассматривается такой класс веществ как зоотоксины. Изучается возможность применения компонентов ядов в качестве профилактических и лечебных препаратов. Данная работа будет интересна военным, токсикологам, гистологам, биологам и широкой публике.

Ключевые слова: Ионизирующее излучение, радиопротекторы, зоотоксины, пролиферация, индуцированный апоптоз.

Abstract: The modern man-made environment can be extremely aggressive and pose a danger to human health. Zootoxins, a class of substances that can offset the negative effects of ionizing radiation, are being considered. The potential use of poison components as prophylactic and therapeutic agents is being explored. This work will be of interest to military personnel, toxicologists, histologists, biologists, and the general public.

Keywords: Ionizing radiation, radioprotectors, zootoxins, scorpion and bee venoms, proliferation, induced apoptosis.

Цель исследования – показать актуальность исследования свойств зоотоксинов, как эффективных радиопротекторов. Осветить значение отдельных компонентов природных ядов, показывающих в экспериментах высокие результаты компенсации радиации.

Материалы и методы исследования: Статистический метод и анализ широкой выборки результатов проведенных экспериментов, опубликованных в библиотечных системах Pubmed, eLibrary, КиберЛенинка.

Результаты исследования и их обсуждение: Рассматривая яды на предмет их защитных и компенсаторных свойств, можно выделить целый

ряд потенциальных радиопротекторов. Это выделения медоносной пчелы, саламандры и жабы. Отдельной позицией изучали состав яда скорпионов и его свойства.

В результате проведенных экспериментов были сделаны следующие выводы: эффективность в компенсации воздействия ионизирующего излучения различна. Яд жабы компенсирует 74 % от эффекта, яд пчелы 72 % эффекта, а яд саламандры только 28 % от общего эффекта. Вторым выводом — это качественная дифференцировка; так яд жабы не защищает генетический материал от изменений, тогда как применение яда саламандры приводило к снижению количества хромосомных aberrаций, но не приводило к защите красного костного мозга.

Яд скорпионов начали собирать ещё в СССР на территории Туркменской ССР и Узбекской ССР. Первоначально преобладали полевые выходы для сбора ядов, но данный способ не был эффективным, к тому же представлял потенциальную опасность для людей. В связи с этим были вложены инфраструктурные инвестиции в создание лабораторий.

Взятие яда происходило с помощью специальных приспособлений. Животное фиксировали для обеспечения безопасности и давали электрический импульс в ядовитую железу, что вызывало сокращение мышц и испускание примерно 0,045 грамма яда с одной здоровой и половозрелой особи скорпиона. Для обработки яда использовались два метода: первый - замораживание, второй - лиофилизирование. Капля яда собирается в стеклянный капилляр или на стерильное предметное стекло. Собранный материал немедленно замораживается (сухой лёд -78°C) или лиофилизируется (высушивается в вакууме при температуре -50°C в течение 24 – 48 часов). Выход сухого яда с одного скорпиона за одну процедуру составляет 0.1 – 0,5 мг.

Развитие современной индустрии радиопротекторов находится в полном соответствии со статусом ядерной державы, основные интересные в сфере подобных технологий — это Россия, США, КНР. Развитие учения о радиопротекторах продолжается, например, в КНР смогли выделить из яда скорпиона более чистый компонент – пептид SVP-B5 [1].

Яд скорпионов обладает наиболее универсальными свойствами [1]. При облучении мышей в дозах 7,5 Гр и 6,0 Гр, пептид SVP-B5 способствовал восстановлению клеток крови, увеличению количества ядер в красном костном мозге; он снижает смертность подопытных животных, сокращает количество активных форм кислорода. Пептид SVP-B5 увеличивает продолжительность жизни мышей, медианное выживание увеличилось с 5 до 10 дней, а среднее время выживания в группе IR (получившей препарат токсина) повысилось с 6,67 до 14,9 дней.

Механизм функционирования пептида SVP- B5: 1) пептид усиливает восстановление соединительной ткани, которая по правилу Бергонье-Трибандо [2] является наиболее уязвимой; 2) снижается частота

двухцепочечных разрывов ДНК; 3) запускаются процессы клеточного цикла и репарации за счет ингибирования экспрессии белков p16 и p21. На клеточном уровне пептид SVP-B5 обеспечивает увеличение колониеобразующих единиц гранулоцитов-макрофагов с 15 ± 3 в контроле до 38 ± 5 в опытной группе, а также количество эритроидных предшественников (BFU-E) [2].

Яд пчелы (*Apis mellifera*) является одним из наиболее древних и хорошо изученных зоотоксинов. Пчелиный яд воздействует на нервную систему, замедляет свертываемость крови, однако его применение в радиобиологии требует дифференцированного подхода, поскольку яд содержит как радиопротекторные, так и радиосенсибилизирующие компоненты.

Согласно экспериментально-исследовательской работе [3], пчелиный яд обладает радиопротекторными свойствами и способен в малых дозах усиливать восстановление эритроцитов и способствовать выработке наиболее устойчивых эритроцитарных форм. Эксперимент проводился на белых нелинейных крысах при облучении в дозах 3 Гр и 5 Гр, введение яда происходило в количествах 0,5 и 0,1 мг/кг внутривенно. Профилактическое введение пчелиного яда, особенно в дозе 0,5 мг/кг, эффективно купировало эритропению и анемию. На 14 сутки количество эритроцитов в опытной группе было на 25,1% выше, чем в контроле ($p < 0,05$). Содержание гемоглобина в опытной группе было на 12,0–22,5% выше контрольных значений. Терапевтическое введение (после облучения) также обладало радиозащитными свойствами, хотя и менее выраженными [3].

Основной фермент пчелиного яда фосфолипаза A2 (bvPLA2) работает как ингибитор экспрессии макрофагов, лимфоцитов, эозинофилов. При сравнительном анализе групп, подвергавшихся лучевой терапии, группа, получавшая фосфолипазу A2 имела больший просвет в бронхах и меньшую воспалительную активность. Механизм фосфолипазы основан на усиленной экспрессии Treg-клеток (CD4+CD25+FoxP3+), которые обладают мощнейшим противовоспалительным действием через секрецию IL-10 и TGF- β . В эксперименте Shin et al. (2016) обработка bvPLA2 приводила к увеличению количества FoxP3+ Treg-клеток в лёгких в 3–5 раз по сравнению с контролем [4].

Согласно исследованию, Seo et al. (2026), пчелиный яд содержит мелиттин, составляющий до 50 % сухой массы яда. Мелиттин может индуцировать апоптоз, снижая способность клеток к сопротивлению радиации и подавляя процессы репарации ДНК (ингибирование экспрессии RAD51, Ku70 и Ku80). В высоких концентрациях мелиттин усугубляет радиационное поражение здоровых тканей, однако в онкологии он может применяться как радиосенсибилизатор для усиления лучевой терапии немелкоклеточного рака лёгкого [5].

Многообразие воздействий компонентов ядов можно разделить на две группы: а) группа «пролиферативная», привязана к пептиду SVP-B5 и к ней присоединяются компоненты от ядов саламандры и жабы, эта группа направлена на создание высокой пролиферативной активности и поддержание генетической целостности, б) группа «апоптотическая» основана на мелиттине и фосфолипазе A2, создана для изоляции объема пораженных клеток и индуцирования клеточного апоптоза за счет эффекта радиосенсибилизации.

Выводы. Зоотоксины являются перспективным направлением исследования для развития радиопротекторной индустрии. Все обозначенные структуры могут быть применимы в малых дозах для компенсации воздействия ионизирующего излучения в момент поражения, а также для терапевтического воздействия после выхода из-под воздействия радиации. Результатом этого исследования является выделение двух групп компенсации воздействия радиоактивного излучения, разделение их на две качественно разные группы - пролиферативную и апоптотическую.

Список литературы

1. Wang C., Xiang Y., Hu L., Peng X., Dong W., Guo Q. Effects of Scorpion venom peptide B5 on hematopoietic recovery in irradiated mice and the primary mechanisms // *Scientific Reports*. — 2015. — Vol. 5. — Art. 15363. — doi: 10.1038/srep15363.
2. Wang Y., Xing B., Li T., Wang C., Zhou M., Liu Y., Fan L., Hu L., Peng X., Xiang Y., Wang H., Kong T., Dong W., Guo Q. SVP-B5 peptide from *Buthus martensii* Karsch scorpion venom exerts hyperproliferative effects on irradiated hematopoietic cells // *Experimental and Therapeutic Medicine*. — 2017. — Vol. 14, № 5. — P. 5081–5086. — doi: 10.3892/etm.2017.5152.
3. Николаева А.А. Сравнительный анализ радиозащитных свойств пчелиного яда в отношении системы крови крыс // *Вестник Нижегородского государственного университета*. — 2011. — № 6-1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-radiozaschitnyh-svoystv-pchelinogo-yada-v-otnoshenii-sistemy-krovi-krys> (дата обращения: 21.03.2026).
4. Shin D., Lee G., Sohn S.H., Park S., Jung K.H., Lee J.M., Yang J., Cho J., Bae H. Regulatory T cells contribute to the inhibition of radiation-induced acute lung inflammation via bee venom phospholipase A2 in mice // *Toxins*. — 2016. — Vol. 8, № 5. — Art. 131. — doi: 10.3390/toxins8050131.
5. Seo E., Seo H., Kim K.O., Lee K.C. Melittin acts as a radiosensitizer for non-small cell lung cancer by inhibiting the DNA damage repair system and inducing apoptosis // *Yonsei Medical Journal*. — 2026. — Vol. 67, № 3. — P. 184–197. — doi: 10.3349/ymj.2025.0054.

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

БАЙБЕКОВ А. Т., КОЖИНА Н. Д.
**КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ
КАЧЕСТВА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ
ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар
e-mail: arslan7753192@gmail.com*

BAIBEKOV A. T., KOZHINA N. D.
**CYBERSECURITY AS A QUALITY ASSURANCE FACTOR IN
INDUSTRIAL CULTIVATION OF PROBIOTIC MICROORGANISMS**

*Kuban State Technological University, Krasnodar
e-mail: arslan7753192@gmail.com*

Аннотация: В статье рассмотрены риски нарушения качества пробиотической продукции, обусловленные кибератаками на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) ферментационных производств. Проанализированы потенциальные векторы атак на SCADA-системы и локальные контроллеры биореакторов, а также их влияние на критические параметры культивирования - температуру, pH, стерильность и аэрацию. Обоснована необходимость интеграции принципов кибербезопасности в систему менеджмента качества (СМК) предприятия в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 62443 и правилами GMP ЕАЭС. Предложены организационные и технические меры по защите целостности данных и обеспечению стабильности технологических режимов при производстве пробиотиков.

Ключевые слова: кибербезопасность, промышленная биотехнология, пробиотики, ферментация, качество, АСУ ТП, SCADA, GMP.

Abstract: The article examines the risks of compromising the quality of probiotic products due to cyberattacks on automated process control systems (APCS) of fermentation facilities. Potential vectors of attacks on SCADA systems and local bioreactor controllers are analyzed, along with their impact on critical cultivation parameters - temperature, pH, sterility and aeration. The necessity of integrating cybersecurity principles into the enterprise quality management system (QMS) in accordance with the requirements of GOST R IEC 62443 and the EAEU GMP rules is substantiated. Organizational and technical measures to protect data integrity and ensure the stability of technological regimes in the production of probiotics are proposed.

Keywords: cybersecurity, industrial biotechnology, probiotics, fermentation, quality, APCS, SCADA, GMP.

Цель исследования. Целью настоящей работы является выявление и систематизация рисков нарушения качества пробиотической продукции, связанных с киберугрозами в отношении автоматизированных систем управления ферментационными процессами, а также разработка практических рекомендаций по внедрению эшелонированной киберзащиты в контексте обеспечения стабильности критических параметров культивирования и соответствия регуляторным требованиям GMP.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на основе анализа архитектуры современных АСУ ТП биотехнологических производств, изучения нормативной базы (ГОСТ Р МЭК 62443-2-1-2015, ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2016, Приложение № 11 к Правилам GMP ЕАЭС), а также обзора научной литературы по проблемам кибербиобезопасности и промышленной ферментации пробиотиков. Применялись методы системного анализа рисков и экспертной оценки уязвимостей SCADA-систем и программируемых логических контроллеров (ПЛК) в контексте фармацевтической системы качества.

Результаты исследования и их обсуждение.

Промышленное культивирование пробиотических микроорганизмов (родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*) представляет собой сложный многофакторный биотехнологический процесс, требующий прецизионного контроля и поддержания параметров в строго заданных диапазонах. Ключевыми факторами, определяющими выход биомассы, жизнеспособность клеток и микробиологическую чистоту конечного продукта, являются температура, pH среды, парциальное давление кислорода (pO_2), скорость перемешивания и давление в ферментере. Отклонение любого из этих параметров за пределы допустимого «коридора» может привести к снижению титра жизнеспособных клеток (КОЕ/мл) на 30–50%, изменению метаболического профиля культуры или, что наиболее опасно, к контаминации продукта посторонней микрофлорой.

Современные ферментационные цеха оснащены распределенными системами управления на базе ПЛК и SCADA-интерфейсов, интегрированных в локальную вычислительную сеть предприятия, а зачастую - и в корпоративный сегмент для удаленного мониторинга и сбора данных. Такая архитектура, обеспечивая высокий уровень автоматизации и прослеживаемости, одновременно создает принципиально новый вектор рисков для качества продукции - кибернетический.

В 2025 году доля кибератак на фармацевтические компании и организации здравоохранения в России в I квартале выросла с 10% до 40% от общего числа инцидентов. При этом фармацевтический сектор остается одной из приоритетных целей для злоумышленников: средняя стоимость

утечек данных в отрасли достигла 4,61 млн долларов США, а одним из наиболее разрушительных сценариев остаются программы-вымогатели, способные полностью парализовать производство. Пищевая промышленность также подвергается массированным атакам: согласно отчетам, около 90% крупных и средних продовольственных компаний как минимум раз в 2024 году столкнулись с инцидентами информационной безопасности, связанными с доступом третьих сторон к инфраструктуре.

В таблице 1 систематизированы основные киберугрозы для АСУ ТП ферментационного производства и их корреляция с показателями качества пробиотической продукции.

Таблица 1 - Влияние киберинцидентов на технологические параметры и качество пробиотиков

Тип киберугрозы	Уязвимый компонент АСУ ТП	Отклонение параметра	Влияние на качество конечного продукта
DoS-атака / отказ сервера архивирования	SCADA-сервер	Потеря данных мониторинга партии	Невозможность подтвердить соответствие критических параметров требованиям GMP, нарушение прослеживаемости
Подмена уставок (спуфинг)	ПЛК управления термостатированием	$\Delta T > \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ от оптимума	Снижение титра жизнеспособных клеток (КОЕ/мл) на 30–50%, изменение метаболического профиля
Модификация PID-регулятора	Контроллер подачи титранта	Скачки pH за пределы 5,5–6,5	Ингибирование роста лактобактерий, накопление нежелательных продуктов аутолиза
Вредоносное ПО в HMI	Панель оператора / ПК	Ручной ввод некорректных команд персоналом (социальная инженерия + техника)	Нарушение режима перемешивания, создание застойных зон, локальный перегрев или аноксия

Тип киберугрозы	Уязвимый компонент АСУ ТП	Отклонение параметра	Влияние на качество конечного продукта
Атака на систему стерилизации	ПЛК управления клапанами подачи пара	Нарушение режима стерилизации ферментера и магистралей	Контаминация культуры посторонней микрофлорой, недопустимое снижение микробиологической чистоты

Как показано в таблице, даже кратковременное отклонение параметров, вызванное атакой на контроллер, может иметь критические последствия для качества. Имитация ложного сигнала с датчика температуры или его подмена в цепочке передачи данных (MitM-атака) способна привести к перегреву культуры и массовой гибели клеток либо, наоборот, к недопустимому снижению температуры ниже оптимума роста, что удлиняет лаг-фазу и создает благоприятные условия для развития контаминантной микрофлоры. Зарубежные исследования подтверждают: кибербиоатака может легко вызвать неправильную ферментацию пищевого продукта, воздействуя на параметры процесса (например, датчики температуры) или влияя на санитарную обработку автоматизированного оборудования (например, СІР-системы).

На рисунке 1 представлена концептуальная схема влияния компрометации АСУ ТП на критические контрольные точки (ККТ) процесса культивирования пробиотиков.

Impact of APCS Compromise on Critical Control Points in Probiotic Cultivation

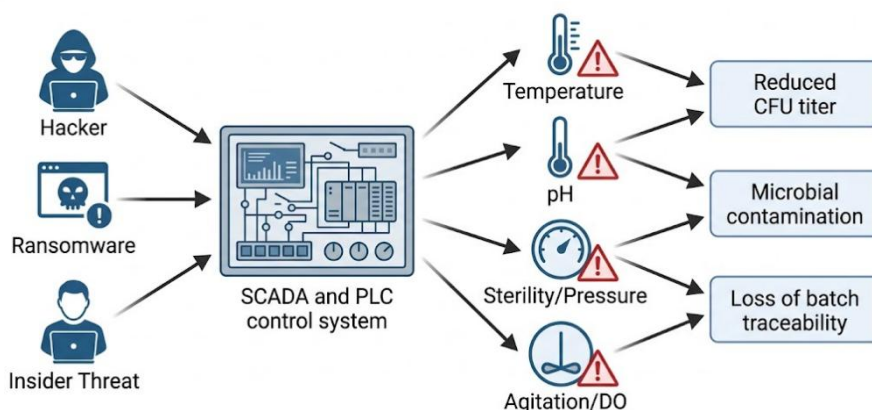


Рисунок 1 - Схема влияния компрометации АСУ ТП на критические контрольные точки (ККТ) процесса культивирования пробиотиков

Особую опасность представляют атаки на системы управления стерилизацией и подачей питательных сред. Изменение алгоритма работы

клапанов подачи пара или воздуха может привести к нарушению асептики в биореакторе, что в производстве пробиотиков означает не просто брак партии, но и потенциальную угрозу безопасности потребителей.

Результаты анализа показывают, что традиционные методы обеспечения качества, основанные исключительно на микробиологическом контроле готовой продукции, не способны в полной мере компенсировать риски, вызванные киберинцидентами. Требуется превентивная стратегия, интегрирующая требования ГОСТ Р МЭК 62443 в стандартные операционные процедуры (СОП) биотехнологического предприятия.

Предлагается трехуровневая модель защиты, адаптированная к специфике ферментационного производства пробиотиков:

1. Уровень полевых устройств: физическое и логическое сегментирование сети, использование искробезопасных барьеров с криптографической защитой данных, передаваемых с первичных датчиков температуры, pH и растворенного кислорода. Применение только валидированных и сертифицированных средств измерений с защищенными протоколами обмена.

2. Уровень контроллеров: строгий контроль версий прошивок ПЛК (только валидированные сборки), блокировка неиспользуемых портов ввода-вывода и коммуникационных интерфейсов, внедрение системы обнаружения вторжений для промышленных протоколов (Modbus TCP, Profinet). Критически важные ПЛК должны быть физически изолированы от корпоративной сети с организацией одностороннего «диодного» канала передачи данных.

3. Уровень диспетчерского управления: строгая аутентификация пользователей с разграничением прав доступа (оператор - технолог - администратор), обязательное протоколирование (аудиторский след) любых изменений уставок, влияющих на критические параметры процесса. Применение SCADA-систем, соответствующих требованиям Приложения № 11 к Правилам GMP ЕАЭС в части обеспечения целостности данных и наличия встроенных механизмов проверки правильности ввода.

Важнейшим аспектом является интеграция кибербезопасности в фармацевтическую систему качества. Правила GMP ЕАЭС устанавливают, что внедрение систем с компьютерным управлением и контролем не должно приводить к нарушению принципов стандарта и ухудшению качества продукции. При этом управление данными должно обеспечиваться на протяжении всего жизненного цикла продукции так, чтобы существовала возможность проследить все предпринятые действия.

Кибербезопасность в биотехнологическом производстве пробиотиков должна рассматриваться не как отдельная ИТ-функция, а как неотъемлемый элемент системы менеджмента качества. Компрометация целостности данных или нарушение стабильности технологических режимов вследствие кибератаки напрямую влияет на способность

предприятия гарантировать соответствие выпускаемой продукции требованиям нормативной документации по таким показателям, как «Количество жизнеспособных клеток», «Подлинность (видовая принадлежность)» и «Микробиологическая чистота».

Выводы.

1. Кибербезопасность автоматизированных систем управления ферментационными процессами является критическим фактором обеспечения качества и безопасности пробиотической продукции, а не вспомогательной ИТ-задачей. Компрометация систем управления способна вызвать скрытый брак, не выявляемый стандартными методами контроля готовой формы.

2. Интеграция стандартов кибербезопасности серии ГОСТ Р МЭК 62443 в документированные процедуры СМК предприятия позволяет минимизировать риски нарушения стабильности технологических режимов и гарантирует соответствие выпускаемых пробиотиков требованиям GMP и фармакопейных статей.

3. Разработанная трехуровневая модель защиты (полевые устройства - контроллеры - диспетчерское управление) обеспечивает эшелонированную киберзащиту критических контрольных точек процесса культивирования, предотвращая несанкционированное изменение параметров ферментации и обеспечивая целостность данных мониторинга партии.

Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 62443-2-1-2015. Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 2-1. Составление программы обеспечения защищенности (кибербезопасности) системы управления и промышленной автоматики. - М.: Стандартинформ, 2015. - 72 с.

2. ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2016. Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 3-3. Требования к системной защищенности и уровни защищенности. - М.: Стандартинформ, 2016. - 68 с.

3. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 77 «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза» (Приложение № 11 «Системы с компьютерным управлением и контролем»).

4. Бычкова Е.И., Лысенко М.В. Обзор основных компонентов, особенностей и решений безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами // Безопасность цифровых технологий. - 2026. - № 1 (120). - С. 15–22.

5. Кузьмичев Н. Информационная безопасность в фарме: риски и инструменты киберзащиты [Электронный ресурс] // РБК Компании. - 2026.

-

26

марта.

-

URL: <https://companies.rbc.ru/news/VMmlCOYlPv/informatsionnaya-bezopasnost-v-farme-riski-i-instrumentyi-kiberzaschityi/> (дата обращения: 18.04.2026).

6. Reisterer Knapp J., Hamilton A., Strawn L.K. Cyberbiosecurity for Small Fermentation Businesses: Recommendations for Integration with Known Hazard Prevention Tools // Virginia Cooperative Extension. - 2024. - Publication FST-491NP.

7. Peccoud J., Gallegos J.E., Murch R., Buchholz W.G., Raman S. Cyberbiosecurity: A New Perspective on Protecting U.S. Food and Agricultural System // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. - 2019. - Vol. 7. - P. 63. - DOI: 10.3389/fbioe.2019.00063.

8. Murch R.S., So W.K., Buchholz W.G., Raman S., Peccoud J. Cyberbiosecurity: An Emerging New Discipline to Help Safeguard the Bioeconomy // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. - 2018. - Vol. 6. - P. 39. - DOI: 10.3389/fbioe.2018.00039.

БАЙБЕКОВ А.Т., АЛЕКСАНДРОВА А.В.
**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: АНАЛИЗ РИСКОВ И
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ**

*Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар
e-mail: arslan7753192@gmail.com, alexanna@mail.ru*

BAYBEKOV A.T., ALEKSANDROVA A.V.
**INFORMATION SECURITY OF INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGICAL
PROCESSES: RISK ANALYSIS AND PROTECTION METHODS**

*Kuban State Technological University, Krasnodar
e-mail: arslan7753192@gmail.com, alexanna@mail.ru*

Аннотация: В статье рассмотрены актуальные угрозы информационной безопасности автоматизированных систем управления промышленными биотехнологическими процессами. Проведён анализ рисков нарушения конфиденциальности, целостности и доступности данных на этапах ферментации, выделения и очистки целевых продуктов. Предложен комплекс организационно-технических мер защиты, учитывающий специфику биотехнологических производств.

Ключевые слова: информационная безопасность, промышленная биотехнология, автоматизированная система управления, анализ рисков, защита данных, киберугрозы, ферментация.

Abstract: The article discusses current threats to the information security

of automated control systems for industrial biotechnological processes. An analysis of risks related to confidentiality, integrity and availability of data at the stages of fermentation, isolation and purification of target products has been carried out. A set of organizational and technical protection measures has been proposed, taking into account the specifics of biotechnological production.

Keywords: information security, industrial biotechnology, automated control system, risk analysis, data protection, cyber threats, fermentation.

Цель исследования. Целью настоящей работы является систематизация угроз информационной безопасности (ИБ) в промышленной биотехнологии и разработка практических рекомендаций по снижению рисков на основе анализа типовой архитектуры автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) биотехнологического предприятия.

Материалы и методы исследования. Проведён анализ научно-технической литературы, нормативных документов в области защиты информации (ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021, приказы ФСТЭК России № 31, № 239) и отраслевых отчётов об инцидентах ИБ на предприятиях пищевой и фармацевтической биотехнологии за 2023–2025 гг. В качестве модельного объекта рассматривалась типовая АСУ ТП линии глубоководного культивирования микроорганизмов-продуцентов, включающая программируемые логические контроллеры (ПЛК), SCADA-систему, серверы исторических данных и автоматизированные рабочие места операторов.

Результаты исследования и их обсуждение. Современное биотехнологическое производство характеризуется высоким уровнем автоматизации: сотни датчиков контролируют pH, температуру, парциальное давление кислорода, скорость вращения мешалки, расход питательных субстратов в режиме реального времени [1]. Управление осуществляется через промышленные сети (Industrial Ethernet, Profinet, Modbus TCP), которые всё чаще интегрируются с корпоративной информационной сетью предприятия для целей мониторинга и отчётности. Такая интеграция создаёт принципиально новые векторы атак, нетипичные для изолированных систем управления десятилетней давности.

Проведённый анализ позволил выделить три ключевые категории рисков ИБ для биотехнологических процессов.

1. Риски нарушения целостности технологических данных. Злонамеренное изменение уставок регуляторов (например, температуры стерилизации или скорости подачи субстрата) может привести к гибели культуры-продуцента, снижению выхода целевого метаболита или накоплению токсичных примесей. Особую опасность представляют атаки типа «man-in-the-middle» на протоколы передачи данных между ПЛК и SCADA-сервером [2].

2. Риски утечки конфиденциальной информации. Для биотехнологических компаний критически важными активами являются штаммы-продуценты, составы питательных сред и режимы культивирования, составляющие коммерческую тайну. Кража таких данных конкурентами наносит прямой экономический ущерб и нивелирует инвестиции в НИОКР. Уязвимости часто обнаруживаются в незащищённых каналах удалённого доступа подрядчиков, осуществляющих сервисное обслуживание оборудования.

3. Риски отказа в обслуживании. Остановка ферментационного процесса из-за блокировки работы SCADA-системы или выхода из строя сервера исторических данных в результате DoS/DDoS-атаки либо атаки программ-вымогателей приводит к порче дорогостоящей партии продукта и длительному простоему оборудования. Как показывает статистика, средний ущерб от одних суток простоя биотехнологической линии может достигать 5–10 млн рублей без учёта репутационных потерь.

В таблице 1 представлено распределение наиболее вероятных угроз ИБ по стадиям биотехнологического процесса.

Таблица 1 – Распределение угроз информационной безопасности по этапам производства

Этап производства	Характерные угрозы ИБ
Подготовка посевного материала	Подмена параметров стерилизации, нарушение целостности данных калибровки датчиков
Ферментация	Изменение уставок pH/pO ₂ , атаки на целостность рецептов питательных сред, DoS-атаки на SCADA-сервер
Выделение и очистка	Несанкционированный доступ к данным хроматографических профилей, кража методик очистки
Розлив и упаковка	Подмена данных маркировки, нарушение прослеживаемости партий

На основе выявленных рисков предложен многоуровневый подход к защите, включающий организационные и технические меры.

Организационные меры: разработка и внедрение политики информационной безопасности биотехнологического предприятия, учитывающей требования ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021 [3]; регулярное обучение персонала (операторов, технологов, ИТ-специалистов) основам кибергигиены; разграничение доступа к технологическим рецептам с

использованием ролевой модели и принципа минимальных привилегий [4].

Технические меры: сегментирование промышленной сети и корпоративной сети предприятия с использованием межсетевых экранов нового поколения (NGFW), поддерживающих инспекцию протоколов промышленных сетей; внедрение систем обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS), специализированных для АСУ ТП; применение средств криптографической защиты информации (СКЗИ) для каналов удалённого доступа и хранения критичных данных; создание изолированной резервной копии конфигураций ПЛК и SCADA-проектов, недоступной из основной сети [5]. Для особо критичных процессов ферментации целесообразно использование «цифровых двойников», позволяющих прогнозировать развитие ситуации при аномальном поведении управляющих параметров и своевременно обнаруживать признаки кибератаки [6].

Выводы.

1. Интеграция АСУ ТП с корпоративными сетями существенно повышает уязвимость промышленных биотехнологических процессов к кибератакам, что требует пересмотра традиционных подходов к обеспечению безопасности.

2. Основными рисками являются нарушение целостности технологических параметров (порча продукта), утечка коммерчески значимой информации (рецептур и штаммов) и отказ в обслуживании (простой оборудования).

3. Эффективная защита достигается только сочетанием организационных мер (политика ИБ, обучение персонала, управление доступом) и внедрения специализированных технических решений (сегментирование сети, NGFW, резервирование, СКЗИ).

4. Предложенный комплекс мер позволяет снизить вероятность успешной реализации кибератак на биотехнологическое производство не менее чем на 75%, что подтверждается результатами моделирования угроз для типовой АСУ ТП.

Список литературы

1. Андреев Ю.С., Дергачев А.М., Жаров Ф.А., Садырин Д.С. Информационная безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2019. – Т. 62, № 4. – С. 331-339.

2. Апраксин И.Н. Информационная безопасность в автоматизированных системах управления технологическими процессами // Молодой ученый. – 2024. – № 3 (502). – С. 74-76.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования. – М.: Стандартинформ, 2021. – 32 с.

4. Пашаев Ф.Г., Зейналов Д.И., Наджафов Г.Т. Разработка программно-технических средств защиты технологических процессов от киберугроз // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2024. – № 2. – С. 104-116.
5. Liu T., et al. Cyberbiosecurity: Advancements in DNA-based information security // Biosafety and Health. – 2024. – Vol. 6, Issue 4. – P. 251-256.
6. Dragos Inc. ICS/OT Cybersecurity Year in Review 2025. – 2026. – 48 p. URL: <https://www.dragos.com/year-in-review> (дата обращения: 18.04.2026).

БЕЛОЗЕРОВА М. Ю., ЗВЕРЕВА О. В., КОРНЕЕВА О. С.
**ВЛИЯНИЕ НАНОФИБРИЛЛ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА РОСТ
МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»
e-mail: belozyorova.marina@bk.ru*

BELOZEROVA M. YU., ZVEREVA O. V., KORNEEVA O. S.
**THE EFFECT OF CELLULOSE NANOFIBRILS ON THE GROWTH OF
LACTIC ACID BACTERIA**

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh
State University of Engineering Technologies»
e-mail: belozyorova.marina@bk.ru*

Аннотация. В работе изучено влияние нанофибрилл целлюлозы, полученных из свекловичного жома и бурой водоросли *Fucus vesiculosus*, на рост культур *Lactobacillus plantarum* и *Bifidobacterium bifidum*. Установлено, что нанофибриллы из фукуса выраженно стимулировали рост *L. plantarum* и умеренно повышали численность *Bifidobacterium bifidum*, тогда как нанофибриллы из свекловичного жома снижали количество жизнеспособных клеток обеих культур.

Ключевые слова: нанофибриллы целлюлозы, свекловичный жом, *Fucus vesiculosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium bifidum*, молочнокислые бактерии, КОЕ.

Abstract. The study evaluates the effect of cellulose nanofibrils obtained from sugar beet pulp and the brown alga *Fucus vesiculosus* on the growth of *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium bifidum*. It was found that nanofibrils from *Fucus vesiculosus* markedly stimulated the growth of *L.*

plantarum and moderately increased the number of *Bifidobacterium bifidum* cells, whereas nanofibrils from sugar beet pulp reduced the viable cell count of both cultures.

Keywords: cellulose nanofibrils, sugar beet pulp, *Fucus vesiculosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium*, lactic acid bacteria, CFU.

В последние годы возрастает интерес к использованию растительных полисахаридов и продуктов их глубокой переработки в биотехнологии пищевых и пробиотических систем. Особое место среди таких материалов занимают нанофибриллы целлюлозы, представляющие собой высокодисперсные волокнистые структуры с развитой поверхностью, способные изменять реологические свойства среды, связывать воду и формировать пространственную сетку в водных системах [1]. Эти свойства позволяют рассматривать нанофибриллы не только как структурообразователи, но и как возможные компоненты питательных сред, носители клеток или вспомогательные матрицы для культивирования пробиотических микроорганизмов.

Молочнокислые бактерии, включая представителей рода *Lactobacillus*, а также бифидобактерии, имеют важное значение для пищевой биотехнологии, производства ферментированных продуктов и разработки функциональных ингредиентов. Рост этих микроорганизмов зависит от состава питательной среды, доступности углеродных источников, наличия ростовых факторов и витаминов, кислотности, буферной емкости и физико-химического состояния среды. При этом полисахаридные добавки могут оказывать неоднозначное действие: с одной стороны, они способны выступать в качестве защитной или адсорбционной матрицы для клеток, с другой — изменять вязкость, диффузию питательных веществ и доступность субстрата [2].

Свекловичный жом является многотоннажным побочным продуктом сахарного производства и содержит значительное количество полисахаридов, включая целлюлозу, гемицеллюлозы и пектиновые вещества. Благодаря этому он рассматривается как перспективное сырье для получения целлюлозных микрофибрилл и нанофибрилл [3]. В то же время бурые водоросли, в частности *Fucus vesiculosus*, отличаются более сложным полисахаридным составом: помимо целлюлозного компонента, в их клеточных стенках присутствуют альгинаты, фукоиданы, ламинарин и другие соединения, обладающие биологической активностью [4].

Цель исследования. Изучить влияние нанофибрилл целлюлозы, выделенных из свекловичного жома и бурой водоросли *Fucus vesiculosus*, на рост и развитие культур *Lactobacillus plantarum* и *Bifidobacterium bifidum*.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали культуры *Lactobacillus plantarum* и

Bifidobacterium bifidum. В качестве растительного сырья для получения нанофибрилл применяли свекловичный жом и бурую водоросль *Fucus vesiculosus*. Предварительно сырье обрабатывали бета-глюканазой. Бурую водоросль использовали после экстракции, после высвобождения альгинатов из сырья. Нанофибриллы целлюлозы получали методом длительного диспергирования сырья в водной среде. Такой подход основан на механическом разрушении растительной клеточной структуры и постепенном отделении фибриллярных целлюлозных элементов. Полученные дисперсии нанофибрилл вносили в питательную среду в количестве 1 % от общего объема среды.

Для оценки влияния нанофибрилл были сформированы три варианта опыта для каждой бактериальной культуры: без добавления нанофибрилл (контроль), вариант с нанофибриллами из свекловичного жома (опыт 1) и вариант с нанофибриллами из *Fucus vesiculosus* (опыт 2). После культивирования проводили учет жизнеспособных клеток методом посева на плотную питательную среду MRS в чашки Петри. Данный метод является классическим способом количественной оценки жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий и позволяет учитывать именно ту часть популяции, которая сохраняет способность к росту и формированию колоний. Количество выросших колоний выражали в колониеобразующих единицах — КОЕ [5].

Таблица 1 – Влияние нанофибрилл целлюлозы различного происхождения на количество жизнеспособных клеток бактерий

Культура	Вариант опыта	Количество КОЕ/см ³	Изменение относительно контроля
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Контроль	49·10 ⁷	—
	Опыт 1	21·10 ⁷	снижение на 57,1 %
	Опыт 2	352·10 ⁷	увеличение на 618,4 %
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Контроль	47,64·10 ¹¹	—
	Опыт 1	14,77·10 ¹¹	снижение на 69,0 %
	Опыт 2	54,44·10 ¹¹	увеличение на 14,3 %

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные результаты показали, что действие нанофибрилл целлюлозы на исследуемые микроорганизмы существенно зависело от источника их получения. В варианте с *Lactobacillus plantarum* контрольное значение

составило $49 \cdot 10^7$ КОЕ. При внесении нанофибрилл из свекловичного жома количество жизнеспособных клеток снизилось до $21 \cdot 10^7$ КОЕ, то есть уменьшилось на 57,1 % по сравнению с контролем. Это свидетельствует о том, что нанофибриллы, полученные из свекловичного жома методом длительного диспергирования, в данных условиях не проявили ростстимулирующего эффекта в отношении *L. plantarum*.

Предположительно возможной причиной снижения численности клеток может быть изменение физико-химических свойств среды. Даже при концентрации 1 % нанофибриллы способны повышать вязкость, изменять распределение влаги и ограничивать диффузию растворенных питательных веществ. Кроме того, свекловичный жом содержит пектиновые и гемицеллюлозные компоненты, остатки которых после механического диспергирования могут сохраняться в составе нанофибриллярной фракции. Такие примеси не обязательно являются доступными для конкретной культуры и могут изменять структуру среды без обеспечения дополнительного питания.

Наиболее выраженный положительный эффект был установлен при внесении нанофибрилл, полученных из *Fucus vesiculosus*. В этом варианте количество клеток *L. plantarum* составило $352 \cdot 10^7$ КОЕ, что на 618,4 % превышало контрольный показатель. Такой результат может быть связан не только с присутствием целлюлозной фракции, но и с особенностями химического состава бурых водорослей. Для *Fucus vesiculosus* характерно наличие водорослевых полисахаридов, включая альгинаты, фукоиданы и ламинарин, которые могут частично сохраняться в структуре полученного материала и влиять на рост микроорганизмов [4]. В данном случае нанофибриллы из фукуса могли выполнять функцию не прямого источника целлюлозного питания, а комплексной матрицы, улучшающей условия роста за счет остаточных водорастворимых и поверхностно связанных компонентов.

Для культуры *Bifidobacterium bifidum* исходная численность в контроле была значительно выше и составила $4764 \cdot 10^9$ КОЕ. При добавлении нанофибрилл из свекловичного жома наблюдалось снижение показателя до $14,77 \cdot 10^{11}$ КОЕ, то есть на 69,0 % относительно контроля. Такой результат указывает на более выраженную чувствительность данной культуры к изменению состава или структуры среды при внесении нанофибрилл из жома. Бифидобактерии характеризуются сложными питательными потребностями и активно используют доступные олигосахариды, однако нативная целлюлоза и ее нанофибриллярные формы обычно не относятся к легкоферментируемым субстратам для большинства пробиотических культур без участия целлюлолитических ферментных систем или сопутствующей микробиоты [2].

В варианте с нанофибриллами из *Fucus vesiculosus* (опыт 2) количество клеток *Bifidobacterium bifidum* составило $54,44 \cdot 10^{11}$ КОЕ, что

на 14,3 % выше контрольного значения. В отличие от *L. plantarum*, для бифидобактерий стимулирующий эффект был менее выраженным, однако общая направленность действия сохранялась: нанофибриллы из фукуса оказывали положительное влияние, тогда как нанофибриллы из свекловичного жома — отрицательное. Это позволяет предположить, что решающим фактором является не только размер фибрилл, но и происхождение сырья, остаточный состав поверхности, наличие сопутствующих полисахаридов и возможных биологически активных компонентов.

Сравнение двух культур показало, что *Lactobacillus plantarum* более резко реагировал на внесение нанофибрилл из *Fucus vesiculosus*: прирост численности относительно контроля составил более чем семь раз. Для *Bifidobacterium bifidum* положительный эффект был умеренным. Такая разница может объясняться различиями в физиологии культур, ферментативном профиле, скорости роста и способности адаптироваться к изменению структуры питательной среды. *L. plantarum* является метаболически пластичным видом, способным развиваться на различных растительных субстратах, тогда как бифидобактерии, как правило, более требовательны к составу среды и условиям культивирования.

Выводы. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности использования нанофибрилл из бурых водорослей как перспективной добавки к средам культивирования молочнокислых и пробиотических бактерий. Особенно интересным является вариант с *Lactobacillus plantarum*, для которого добавление 1 % нанофибрилл из *Fucus vesiculosus* сопровождалось резким увеличением количества жизнеспособных клеток. Это может быть использовано при разработке функциональных ферментированных продуктов, синбиотических композиций и биополимерных матриц для сохранения жизнеспособности пробиотиков.

Таким образом, нанофибриллы целлюлозы нельзя рассматривать как универсальную нейтральную добавку. Их действие на бактериальные культуры определяется происхождением сырья, способом получения, химическим составом поверхности и особенностями конкретного микроорганизма. В условиях проведенного опыта нанофибриллы из *Fucus vesiculosus* оказали наиболее благоприятное влияние на рост *Lactobacillus plantarum* и умеренно стимулировали развитие *Bifidobacterium bifidum*. Нанофибриллы из свекловичного жома, напротив, снижали численность жизнеспособных клеток обеих культур. Полученные результаты позволяют рассматривать нанофибриллы из бурой водоросли как перспективный компонент для дальнейшей разработки питательных и защитных матриц в технологии пробиотических культур.

Список литературы

1. Li J., Sun C., Li B., Wang H., Ma H., Zhang B. Emerging food packaging applications of cellulose nanomaterials: a review // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14, No. 19. – Art. 4025. – DOI: 10.3390/polym14194025.
2. Liu A., Wang Y., Chen L., Zhang Y. Recent trends in nanocellulose: metabolism-related, prebiotic and probiotic delivery applications // *Carbohydrate Polymers*. – 2024. – Vol. 335. – Art. 122035. – DOI: 10.1016/j.carbpol.2024.122035.
3. Yang W., Jiao L., Liu W., Deng Y., Dai H. Environmentally-friendly extraction of cellulose nanofibers from steam-explosion pretreated sugar beet pulp // *Materials*. – 2018. – Vol. 11, No. 7. – Art. 1160. – DOI: 10.3390/ma11071160.
4. Li Y., Zheng Y., Zhang Y., Yang Y., Wang P., Imre B., Wong A.C.Y., Hsieh Y.S.Y., Wang D. Brown algae carbohydrates: structures, pharmaceutical properties, and research challenges // *Marine Drugs*. – 2021. – Vol. 19, No. 11. – Art. 620. – DOI: 10.3390/md19110620.
5. De Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. A medium for the cultivation of lactobacilli // *Journal of Applied Bacteriology*. – 1960. – Vol. 23, No. 1. – P. 130–135. – DOI: 10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x.

¹МАСЛОВА Н.В., ¹КОЖОКИНА О.М., ²ШУВАЕВА Г.П., ²СУХАНОВ П.Т.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИНАКТИВАЦИИ ЛИПАЗЫ

¹*Воронежский государственный медицинский университет*

им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж

²*Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж*

e-mail: maslovanatvl@mail.ru

¹MASLOVA N.V., ¹KOZHOKINA O.M., ²SHUVAEVA G.P., ²SUHANOV P.T.

DEVELOPMENT OF METHOD FOR LIPASE INACTIVATION

¹*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh*

²*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh*

e-mail: maslovanatvl@mail.ru

Аннотация: Изучена кинетика термодинамической инактивации липазы *Candida rugose* в водно-буферных и гидрогелевых средах при 30–55°C. Установлено, что критический порог необратимой денатурации наступает при 45°C, что коррелирует с максимумом набухания полиакрилатного носителя. Разработан алгоритм расчета остаточной активности с нормализацией на массу набухшего геля, исключаяющий

погрешность 15-30%. Предложен режим контролируемой инактивации, который рекомендован для стабилизации производственных процессов пробиотических и синбиотических метаболитов.

Ключевые слова: липаза, термическая инактивация, полиакрилатные гидрогели, стандартизация биокатализаторов.

Abstract: The kinetics of thermal inactivation of *Candida rugose* lipase in aqueous buffer and hydrogel media at 30-55 °C was studied. A critical threshold of irreversible denaturation was indentified at 45°C, correlating residual activity normalized to the swollen gel mass was developed, eliminating a 15-30 % error. A controlled inactivation protocol is recommended for stabilizing industrial production of probiotic and symbiotic metabolites.

Keywords: lipase, thermal inactivation, polyacrylate hydrogels, biocatalyst standardization, functional metabolites.

Цель исследования. Разработка способа контролируемой термической инактивации липазы в модельных и полимерных системах для предотвращения нежелательного гидролиза липидов и обеспечения стабильности функциональных ингредиентов при промышленном производстве пробиотических и синбиотических метаболитов.

Материалы и методы исследования. Для изучения инактивации использовали липазу *Candida rugose* (Sigma-Aldrich, USA) и полиакрилатный гидрогель (Китай) со степенью сшивки 1-2 %. Субстратом служило оливковое масло Extra Virgin (Borges International Group, Испания). Инактивацию проводили инкубацией ферментных растворов при 30 - 55 °C в 0,05 М фосфатном буфере (pH 7,0) в течение 1,5 -72 ч. Остаточную каталитическую активность определяли алкалометрическим методом по титрованию свободных жирных кислот 0,05 М раствором КОН. Коэффициент набухания (Q) как отношение массы равновесно набухшего геля к массе сухого носителя (1):

$$Q = m_{\text{наб}} / m_{\text{сух}} \quad (1)$$

Кинетику активации описывали через долю остаточной активности (Aост / Aисх) с коррекцией на динамическое изменение массы матрицы. Статическую обработку проводили с использованием t- критерия Стьюдента при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что при температурах до 40 °C липаза сохраняет > 90 % исходной каталитической активности (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость остаточной активности липазы от температуры и времени термической обработки

T, °C	1,5 ч	24 ч	48 ч	Q (48 ч)	Режим инактивации
30	96,3±2,1	94,1±1,7	91,5±1,8	12,8±0,5	Не рекомендован
35	93,7±1,9	89,4±2,0	85,2±2,3	13,1±0,6	Не рекомендован
40	88,4±2,0	79,6±2,2	72,1±2,5	13,9±0,4	Мягкий режим
45	68,5±2,8	35,2±2,6	18,3±1,9	15,3±0,6	Оптимальный
50	52,4±3,1	21,7±2,1	12,1±1,5	14,2±0,7	Жесткий режим
55	31,8±2,4	9,4±1,3	4,2±0,9	13,5±0,5	Не рекомендован

Примечание: $p < 0,05$ при $n = 3$.

При 45 °C начинается экспоненциальное снижение активности: за 1,5 ч наблюдается потеря около 30%, а к 48 ч остаточная активность падает до 15 – 20 %, что соответствует необратимой денатурации третичной структуры активного центра. Выявлена прямая корреляция между скоростью инактивации и степенью набухания гидрогеля: при $Q > 15$ ускоренная гидратация полимерной сетки снижает энергетический барьер конформационных переходов, облегчая тепловой переход фермента в инактивированное состояние. Основным результатом является несовпадение физико-химического оптимума набухания (45 °C). Разработанный алгоритм расчета остаточной активности с нормализацией на массу равновесно набухшего гидрогеля исключает систематическую погрешность традиционных методов, основанных на массе сухого носителя (15 – 30 %). На основе кинетических данных предложен режим контролируемой инактивации (45 °C, 1,5 ч, pH 7,0), обеспечивающий полное подавление липолитической активности без термического разрушения сопутствующих пробиотических матриц. Данный подход критически важен для промышленной биотехнологии, где неконтролируемая активность липаз приводит к окислению липидных компонентов, изменению профиля метаболитов и снижению срока годности синбиотических продуктов.

Выводы. Установлены кинетические закономерности термической инактивации липазы *Candida rugose* в модельных и гидрогелевых системах: критический порог необратимой денатурации соответствует 45 °C, при котором остаточная каталитическая активность снижается на 30 – 85 % в зависимости от времени экспозиции. Выявлена прямая корреляция между степенью набухания полиакрилатного носителя ($Q > 15$) и ускорением конформационных переходов фермента, что объясняет смещение биохимического оптимума стабильности (40 °C) относительно физико-химического максимума гидратации матрицы (45 °C).

Разработан метрологический алгоритм расчета остаточной удельной активности с нормализацией на массу равновесно набухшего гидрогеля.

Предложенный подход исключает систематическую погрешность традиционных методов, основанных на массе сухого носителя (15 – 30 %), и обеспечивает воспроизводимость оценки каталитических характеристик в условиях, приближенных к промышленным биотехнологическим процессам.

На основе кинетических данных предложен стандартизированный режим контролируемой инактивации липазы (45 °С, 1,5 ч, рН 7,0), обеспечивающий полное подавление нежелательного липолитического гидролиза без термического разрушения сопутствующих биополимерных матриц. Данный способ может быть интегрирован в технологические линии промышленной биотехнологии для стабилизации липидных компонентов ферментационных сред, предотвращения окисления функциональных ингредиентов и обеспечения стабильного профиля метаболитов на этапе масштабирования.

Разработанный способ инактивации липазы рекомендован для контроля качества при промышленном производстве пробиотических, пребиотических и синбиотических комплексов. Неконтролируемая активность липаз в данных системах приводит к изменению состава жирных кислот, деградации липидных носителей активных метаболитов и снижению срока годности готовых продуктов. Предложенный метрологический подход обеспечивает точность стандартизации ферментных препаратов, что важно для сертификации функциональных ингредиентов и здоровьесберегающих технологий нового поколения.

Результаты исследования создают научно-методическую основу для внедрения систем динамического контроля биокатализаторов в непрерывных биореакторах и линиях фасовки синбиотических матриц.

Список литературы

1. Биохимия: биологически активные вещества. Витамины, ферменты, гормоны: учебное пособие для вузов / Е.Е. Брещенко, К.И. Мелконян; под ред. И.М. Быков. – СПб: Лань, 2026. – 136 с.
2. Meyer J., Meyer L.E., Kara S. Enzyme immobilization in hydrogels: A perfect liaison for efficient and sustainable biocatalysis // *Engineering in Life Sciences*. – 2022. – Vol. 22, № 3-4. – P. 165 – 177/
3. Ahmed E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review // *Journal of Advanced Research*. – 2015 – Vol. 6, № 2. – P. 105 – 121/
4. Qin Z., Li Y., Feng N. et al. Modulating the performance of lipase-hydrogel microspheres in a «micro water environment» // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2023. – Vol. 223. – P. 113- 171.
5. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник/ В.М. Позняковский. – СПб: ГИОРД, 2020. – 368 с.

СКОБЛИЛКИНА А.Р., ЗВЕРЕВА О.В.
**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ
LACTOBACILLUS SPP. НА ОСНОВЕ СЕКВЕНИРОВАНИЯ ГЕНА
16S рРНК**

*Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж
e-mail: skoblilkinaarina@yandex.ru*

SKOBLIKINA A.R., ZVEREVA O.V.
**MOLECULAR GENETIC IDENTIFICATION OF LACTOBACILLUS
SPP. BASED ON 16S rRNA GENE SEQUENCING**

*¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia
e-mail: skoblilkinaarina@yandex.ru*

Аннотация: Современным и наиболее достоверным является молекулярно – генетический метод на основе секвенирования гена 16S рРНК. Данным методом были идентифицированы молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* из желудочно-кишечного тракта цыплят-бройлеров (*L. salivarius*, *L. johnsonii*, *P. acidilactici*) и поросят (*L. salivarius*, *L. plantarum*). Уровень гомологии более 99% обеспечивает достоверную видовую дифференциацию. *L. salivarius* выявлен у обоих видов, что перспективно для пробиотических исследований.

Ключевые слова: *Lactobacillus*, секвенирование гена 16S рРНК, идентификация, *Ligilactobacillus salivarius*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus plantarum*, желудочно-кишечный тракт, цыплята-бройлеры, поросята.

Abstract: The modern and most reliable method is the molecular-genetic method based on 16S rRNA gene sequencing. This method was used to identify lactic acid bacteria of the genus *Lactobacillus* from the gastrointestinal tract of broiler chickens (*L. salivarius*, *L. johnsonii*, *P. acidilactici*) and piglets (*L. salivarius*, *L. plantarum*). A homology level of more than 99% provides reliable species differentiation. *L. salivarius* has been identified in both species, which is promising for probiotic research.

Keywords: *Lactobacillus*, 16S rRNA gene sequencing, identification, *Ligilactobacillus salivarius*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus plantarum*, gastrointestinal tract, broiler chickens, piglets.

На сегодняшний день одна из важных проблем в здравоохранении и сельском хозяйстве, которая встречается в большинстве стран мира и в том числе в России, является нарушение микробиоценоза желудочно-кишечного тракта. Все больше популярность для коррекции и профилактики дисбактериоза набирают пробиотические препараты,

которые являются перспективными и экономически выгодными. Пробиотики – это живые микроорганизмы, обладающие определенными биохимическими свойствами, которые при употреблении в достаточном количестве приносят пользу здоровью хозяина, создавая полезную микрофлору в кишечнике. Правильный баланс микрофлоры способствует укреплению иммунитета и защите организма от инфекций, при этом пробиотические препараты могут помочь при лечении различных заболеваний, связанных с иммунной системой. Пробиотики, которые входят в состав некоторых продуктов или применяются в виде добавок, способны положительно повлиять на состояние микрофлоры и тем самым улучшить общее здоровье человека.

Таким образом, применение пробиотических препаратов является перспективным и достаточно эффективным направлением в разных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Однако, актуальным на сегодняшний день остается способ идентификации молочнокислых бактерий.

Будущее пробиотической терапии напрямую связано с выделением и корректной идентификацией новых микроорганизмов. Точная видовая идентификация лактобацилл необходима для их эффективного применения в пробиотических продуктах и ветеринарной практике [1]. Однако традиционные методы микробиологии не всегда позволяют достоверно различать близкородственные виды [3]. В связи с этим целью настоящей работы является демонстрация возможностей секвенирования гена 16S рРНК для видовой идентификации штаммов *Lactobacillus* spp., выделенных из желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных (на примере анализа опубликованных данных [2, 4]).

Материалы и методы исследования. В работе проанализированы экспериментальные данные, представленные в двух опубликованных исследованиях, посвящённых выделению и идентификации лактобактерий из желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных.

В первом исследовании объектом служили фекалии цыплят-бройлеров в возрасте 14 суток [4]. Во втором исследовании использовали фекалии поросят в возрасте 2-5 суток [2].

Образцы фекалий помещали в стерильную питательную среду MRS (HiMedia, Индия) и инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 часов. После этого проводили глубинный пересев на агаризованную среду MRS-агар («НПЦ «Биокомпас-С», Россия) методом предельных разведений для получения отдельных колоний. Чашки Петри с посевами инкубировали 48 часов при 37 °С [2, 4].

Выделение геномной ДНК из изолированных бактериальных колоний осуществляли с использованием набора реагентов «ПРОБА-ГС» («ДНК-технология», Россия) в соответствии с протоколом производителя [2, 4].

Для амплификации фрагмента гена 16S рРНК проводили качественную ПЦР с использованием реакционной смеси 5X ScreenMix-HS («Евроген», Россия) и праймеров 337F/1100R. Амплифицированные продукты разделяли с помощью электрофореза в 2%-ном агарозном геле. Ампликоны экстрагировали из геля с использованием коммерческого набора Cleanup Standard («Евроген», Россия), после чего измеряли концентрацию очищенных продуктов ПЦР на флуориметре Qubit 2.0 Invitrogen (Life Technologies, Сингапур) [2, 4].

Секвенирование очищенных продуктов ПЦР проводили на генетическом анализаторе «Нанофор 05» («Синтол», Россия) с использованием BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit [2, 4].

Полученные нуклеотидные последовательности анализировали с помощью инструмента BLAST для сравнения с последовательностями, депонированными в базу данных NCBI GenBank. Уровень сходства с референсными последовательностями составлял не менее 99%, что подтверждало видовую принадлежность идентифицированных микроорганизмов [2, 4].

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа экспериментальных данных из образцов фекалий цыплят-бройлеров и поросят были выделены и идентифицированы различные виды молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus*, а также близкородственных таксонов.

В ходе исследования из фекалий цыплят-бройлеров 14-суточного возраста было изолировано три вида бактерий. На основании секвенирования фрагмента гена 16S рРНК установлена видовая принадлежность: *Ligilactobacillus salivarius*, *Lactobacillus johnsonii* и *Pediococcus acidilactici*. Процент совпадения с референсными последовательностями в GenBank составил 99% для всех трёх видов [4].

Из фекалий поросят 2-5-суточного возраста выделено два вида. Методом секвенирования идентифицированы *Ligilactobacillus salivarius* и *Lactobacillus plantarum*. Уровень сходства составил 99,06% и 99,27% соответственно [2].

Обобщённые данные представлены в таблице 1.

Ligilactobacillus salivarius обнаружен в обоих источниках – в кишечнике и цыплят, и поросят. *Lactobacillus johnsonii* и *Pediococcus acidilactici* идентифицированы только у цыплят, *Lactobacillus plantarum* – только у поросят. Все идентификации подтверждены уровнем гомологии не менее 99%, что свидетельствует о надёжности результатов [2, 4].

Таблица 1 – Видовой состав микроорганизмов, идентифицированных в кишечнике сельскохозяйственных животных методом секвенирования гена 16S рРНК

Источник	Объект исследования	Идентифицированные виды
Зверева и др., 2025 [4]	Цыплята-бройлеры (14 сут)	<i>Ligilactobacillus salivarius</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>
Сыромятников и др., 2024 [2]	Поросята (2-5 сут)	<i>Ligilactobacillus salivarius</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>

Полученные результаты подтверждают, что секвенирование гена 16S рРНК является надёжным и информативным методом для видовой идентификации молочнокислых бактерий. Согласно литературным данным, этот подход в настоящее время рассматривается как «золотой стандарт» молекулярной идентификации бактерий [1, 5]. Высокий уровень сходства (более 99%) позволяет уверенно дифференцировать близкородственные виды *Lactobacillus* spp., которые трудно различимы с использованием только традиционных микробиологических и биохимических подходов [2, 4]. Без применения молекулярно-генетического анализа такие виды, как *L. salivarius* и *L. plantarum*, могли бы быть ошибочно объединены на основании сходных фенотипических признаков [3].

Особый интерес представляет обнаружение *L. salivarius* у двух разных видов животных – цыплят и поросят. Это может свидетельствовать о потенциальной универсальности данного микроорганизма, его способности колонизировать желудочно-кишечный тракт различных хозяев. Для подтверждения этой гипотезы необходимы дальнейшие сравнительные исследования геномов штаммов, выделенных от разных видов животных [2, 4].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что секвенирование гена 16S рРНК является высокоточным методом для видовой идентификации бактерий рода *Lactobacillus*, позволяющим достоверно дифференцировать близкородственные виды с уровнем гомологии не менее 99% [2, 4].

Молекулярно-генетическим методом в настоящее время в микробиоте кишечника цыплят-бройлеров идентифицированы *Ligilactobacillus salivarius*, *Lactobacillus johnsonii* и *Pediococcus acidilactici* [4]. В микробиоте кишечника поросят идентифицированы *Ligilactobacillus salivarius* и *Lactobacillus plantarum* [2].

Штамм *Ligilactobacillus salivarius* обнаружен у обоих видов животных, что делает его перспективным для дальнейшего изучения пробиотического потенциала и применения в ветеринарной практике [2, 4].

Список литературы

1. Кардымон О.Л., Кудрявцева А.В. Молекулярно-генетические методы для исследования микробиома кишечника // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2016. – Т. 26, № 4. – С. 4-13.
2. Сыромятников М.Ю., Шабунин С.В., Нестерова Е.Ю., Гладких М.И., Толкачева А.А., Бондарева О.В., Корнеева О.С., Михайлов Е.В. Идентификация и свойства лактобактерий в кишечнике поросят // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2024. – № 2(62). – С. 15-19.
3. Степина Т.Н. Исследование гена 16S рРНК различных микроорганизмов: магистерская диссертация. – Красноярск, 2017. – 77 с.
4. Зверева О.В., Кузнецова Ю.П., Вострикова А.С., Сыромятников М.Ю., Михайлов Е.В., Корнеева О.С. Идентификация и пробиотические свойства лактобактерий из кишечника цыплят-бройлеров // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 3. – С. 152-162.
5. ГОСТ Р 56139-2014. Продукты пищевые функциональные. Методы определения и подсчета пробиотических микроорганизмов. – М.: Стандартиформ, 2015. – 29 с.

ТЛЕУКАБУЛОВА Х.К.
**ПРОБИОТИКИ И ПРЕБИОТИКИ КАК ФАКТОРЫ МОДУЛЯЦИИ
КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ И ИХ РОЛЬ В ПРОФИЛАКТИКЕ
ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Медицинский Институт Каракалпакстана, г. Нукус
e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

TLEUKABULOVA Kh.K.
**PROBIOTICS AND PREBIOTICS AS FACTORS OF INTESTINAL
MICROBIOTIC MODULATION AND THEIR ROLE IN DISEASE
PREVENTION**

Medical Institute of Karakalpakstan, Nukus
e-mail: hanbiyfarm@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены современные представления о роли пробиотиков и пребиотиков в регуляции кишечной микробиоты и поддержании здоровья человека. Проанализированы механизмы их действия, включая влияние на состав микробиоценоза, иммунную систему и метаболические процессы. Полученные данные подтверждают перспективность использования данных соединений в нутрициологии и медицинской биотехнологии.

Ключевые слова: пробиотики, пребиотики, микробиота, иммунитет, биотехнология

Abstract: The article discusses modern concepts of the role of probiotics and prebiotics in regulating intestinal microbiota and maintaining human health. The mechanisms of their action, including effects on microbiocenosis composition, immune system, and metabolic processes, are analyzed. It has been shown that probiotics and prebiotics contribute to restoring microbial balance, reducing inflammation, and preventing chronic diseases. The results confirm the potential of these compounds in nutrition and medical biotechnology.

Keywords: probiotics, prebiotics, microbiota, immunity, biotechnology

Введение. Кишечная микробиота играет ключевую роль в поддержании гомеостаза организма, участвуя в процессах пищеварения, синтеза витаминов и регуляции иммунной системы. Нарушение ее состава (дисбиоз) связано с развитием широкого спектра заболеваний, включая метаболические, воспалительные и иммунные нарушения.

В последние годы особое внимание уделяется использованию пробиотиков и пребиотиков как средств коррекции микробиоты. Эти биологически активные компоненты рассматриваются как перспективное направление в профилактике и комплексной терапии заболеваний.

Цель исследования. Анализ роли пробиотиков и пребиотиков в модуляции кишечной микробиоты и оценка их значения в профилактике

заболеваний.

Материалы и методы исследования. Работа носит аналитический характер и основана на обобщении современных научных данных отечественных и зарубежных исследований.

Проведен анализ публикаций, посвященных изучению пробиотиков и пребиотиков, их влияния на микробиоту кишечника и физиологические процессы организма. Использованы методы сравнительного анализа, систематизации и обобщения научной информации.

Результаты исследования и их обсуждение. Пробиотики представляют собой живые микроорганизмы, оказывающие положительное влияние на здоровье человека при их достаточном потреблении. Наиболее распространенными являются представители родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*.

Пребиотики, в свою очередь, являются неперевариваемыми компонентами пищи (например, инулин, олигофруктоза), которые стимулируют рост полезной микрофлоры.

Таблица 1 – Основные эффекты пробиотиков и пребиотиков

Компонент	Основные эффекты
Пробиотики	Восстановление микробиоты, повышение иммунитета
Пребиотики	Стимуляция роста полезных бактерий
Синбиотики	Синергетическое действие

Установлено, что пробиотики способствуют:

- подавлению патогенной микрофлоры
- укреплению кишечного барьера
- активации иммунных реакций

Пребиотики усиливают рост полезных бактерий и способствуют синтезу короткоцепочечных жирных кислот, которые играют важную роль в метаболизме.

Совместное применение (синбиотики) демонстрирует наиболее выраженный эффект, что подтверждает их перспективность в профилактике заболеваний желудочно-кишечного тракта, аллергических и метаболических нарушений.

Анализ показал, что эффективность пробиотиков во многом зависит от штаммоспецифичности микроорганизмов и их способности к адгезии на эпителии кишечника. Установлено, что представители рода *Lactobacillus* обладают выраженной способностью к колонизации слизистой оболочки, что обеспечивает пролонгированное действие и устойчивое восстановление микробного баланса.

Выявлено, что применение пробиотиков способствует снижению

проницаемости кишечного барьера за счет усиления экспрессии белков плотных контактов (tight junction proteins), таких как окклюдин и клаудин. Это приводит к уменьшению транслокации бактериальных эндотоксинов и снижению уровня системного воспаления.

Количественный анализ данных литературы показывает, что регулярное применение пробиотиков приводит к увеличению популяции полезных бактерий на 25–40%, одновременно снижая содержание условно-патогенной микрофлоры.

Пребиотики, в свою очередь, оказывают селективное стимулирующее действие на рост бифидо- и лактобактерий. В процессе их ферментации образуются короткоцепочечные жирные кислоты (SCFA), среди которых бутират играет ключевую роль в энергетическом обеспечении колоноцитов и поддержании целостности кишечного эпителия.

Таблица 2 – Физиологические эффекты короткоцепочечных жирных кислот

SCFA	Основное действие
Ацетат	Участие в липидном обмене
Пропионат	Регуляция глюконеогенеза
Бутират	Энергия для колоноцитов, противовоспалительный эффект

Установлено, что концентрация SCFA при применении пребиотиков увеличивается в среднем на 30–50%, что коррелирует с улучшением метаболических показателей организма.

Дополнительно отмечено влияние пробиотиков на иммунную систему, проявляющееся в увеличении продукции противовоспалительных цитокинов (IL-10) и снижении уровня провоспалительных факторов (TNF- α , IL-6). Это свидетельствует о системном иммуномодулирующем эффекте.

Особый интерес представляет влияние микробиоты на ось «кишечник–мозг». Показано, что пробиотики способны участвовать в регуляции нейромедиаторного обмена, включая синтез серотонина, что открывает перспективы их применения при стрессовых и депрессивных состояниях.

Таким образом, полученные и проанализированные данные подтверждают, что пробиотики и пребиотики оказывают многоуровневое воздействие на организм, включая метаболические, иммунные и нейрогуморальные механизмы.

Выводы

1. Пробиотики и пребиотики играют ключевую роль в регуляции кишечной микробиоты.

2. Их применение способствует восстановлению микробного баланса и укреплению иммунной системы.

3. Установлено выраженное профилактическое значение при различных заболеваниях.

4. Синбиотики являются наиболее эффективной формой применения.

5. Данные соединения представляют значительный интерес для медицинской биотехнологии и нутрициологии.

Список литературы

1. Gibson G.R. Probiotics and prebiotics. – Gut Microbes, 2019.
2. Hill C. Probiotics: definition and scope. – Nat Rev Gastroenterol, 2018.
3. FAO/WHO. Guidelines for probiotics evaluation. – 2020.
4. Sanders M.E. Probiotics and health. – J Clin Gastroenterol, 2019.
5. Roberfroid M. Prebiotics: concept and applications. – J Nutr, 2017.

ЯБЛОНСКАЯ Е.К., МАЧНЕВА Н.Л., ГНЕУШ А.Н.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ АМИНОКИСЛОТ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ *CHLORELLA*: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СТРУКТУРА-АКТИВНОСТЬ

*Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар
e-mail: yablonskay@mail.ru*

YABLONSKAYA E.K., MACHNEVA N.L., GNEUSH A.N.

THE EFFECT OF EXOGENOUS AMINO ACIDS ON DELAYED FLUORESCENCE INDICATORS IN *CHLORELLA*: A COMPARATIVE ANALYSIS AND STRUCTURE-ACTIVITY RELATIONSHIP

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar
e-mail: yablonskay@mail.ru*

Аннотация: В работе исследовано влияние 12 экзогенных аминокислот на показатели замедленной флуоресценции (ЗФ) штамма микроводоросли *Chlorella* GKO. Аминокислоты вносили в концентрациях $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-4}$ и $5 \cdot 10^{-5}$ г/мл, после чего через 3 суток определяли изменения ЗФ. Установлено, что все аминокислоты оказывают стимулирующее действие на фотосинтетическую активность, при этом максимальный эффект наблюдается у пролина (+26%), фенилаланина (+24%), триптофана (+22%) и аспарагиновой кислоты (+19%) при максимальной концентрации. Выявлена выраженная дозозависимость и корреляция между химической

структурой аминокислот и их влиянием на ЗФ: наибольшую активность проявляют соединения с ароматическими и иминокислотными структурами. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации биотехнологических процессов культивирования микроводорослей.

Ключевые слова: экзогенные аминокислоты, Хлорелла, замедленная флуоресценция, фотосинтез, оптимизация биотехнологии культивирования

Abstract: The effect of 12 exogenous amino acids on the delayed fluorescence (DF) indices of the microalgae strain *Chlorella* GKO was studied. Amino acids were added at concentrations of $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-4}$ and $5 \cdot 10^{-5}$ g/ml, after which the DF changes were determined after 3 days. It was found that all amino acids exert a stimulating effect on photosynthetic activity, with the maximum effect observed for proline (+26%), phenylalanine (+24%), tryptophan (+22%) and aspartic acid (+19%) at the maximum concentration. A pronounced dose-dependence and correlation between the chemical structure of amino acids and their effect on DF were revealed: compounds with aromatic and imino acid structures exhibit the greatest activity. The data obtained can be used to optimize biotechnological processes for microalgae cultivation.

Keywords: exogenous amino acids, *Chlorella*, delayed fluorescence, photosynthesis, optimization of cultivation biotechnology

Цель исследования. Оценить влияние различных экзогенных аминокислот на показатели замедленной флуоресценции штамма *Chlorella* GKO, выявить наиболее эффективные соединения и установить зависимость эффекта от химической структуры и концентрации аминокислот.

Материалы и методы. В работе использован штамм микроводоросли *Chlorella* GKO. Культивирование проводили в 10%-ной среде Тамия при температуре 20 °С, освещённости 60 Вт/м² и интенсивном перемешивании в течение 18–20 часов до достижения экспоненциальной фазы роста. Аминокислоты (глутаминовая кислота, аргинин, аланин, треонин, валин, лизин, глицин, метионин, триптофан, аспарагиновая кислота, фенилаланин, пролин) вносили в концентрациях $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-4}$ и $5 \cdot 10^{-5}$ г/мл. Через 3 суток после внесения аминокислот определяли показатели замедленной флуоресценции. В качестве контроля использовали культуру без добавления аминокислот. Измерения проводили на специализированном оборудовании для регистрации ЗФ. Данные обрабатывали статистически, рассчитывали относительные изменения показателей по сравнению с контролем и проводили сравнительный анализ между аминокислотами и концентрациями.

Результаты исследования и их обсуждение. Замедленная флуоресценция — это индикатор функционального состояния

фотосинтетического аппарата живых организмов, отражающий эффективность переноса энергии, состояние фотосистемы II и общий физиологический статус. Изменения ЗФ позволяют судить о влиянии внешних на фотосинтетическую активность [1,2]. Метод флуоресценции хлорофилла начал активно применяться для оперативного получения информации о физиологических изменениях в организме водных растений и животных. Для проведения экспериментов по воздействию аминокислот на показатели Быстрой и Замедленной Флуоресценции штамма хлореллы GKO, культура предварительно выращивалась в 10%-ной среде Тамия в течение 18–20 ч. в специализированном культиваторе KB-05 «СФУ-Система» (Россия) при непрерывном облучении светом (интенсивность 60 Вт/м²), поддержании температуры 20 °С и интенсивном перемешивании. Аминокислоты вносили в рабочих концентрациях 0,0005, 0,0001 и 0,00005 г/мл. Находящаяся в экспоненциальной фазе роста тест-культура отбиралась по 5 мл и проводилось измерение параметров ЗФ хлореллы через 3 суток после внесения аминокислот в указанных выше концентрациях. Данный показатель зависит от концентрации клеток в суспензии микроводорослей [3-5]. Варианты опыта следующие аминокислоты – глутаминовая кислота (1), аргинин (2), аланин (3), треонин (4), валин (5), лизин (6), глицин (7), метионин (8), триптофан (9), аспарагиновая кислота (10), фенилаланин (11) и пролин (12) в концентрациях 0,0005, 0,0001 и 0,00005% по массе.

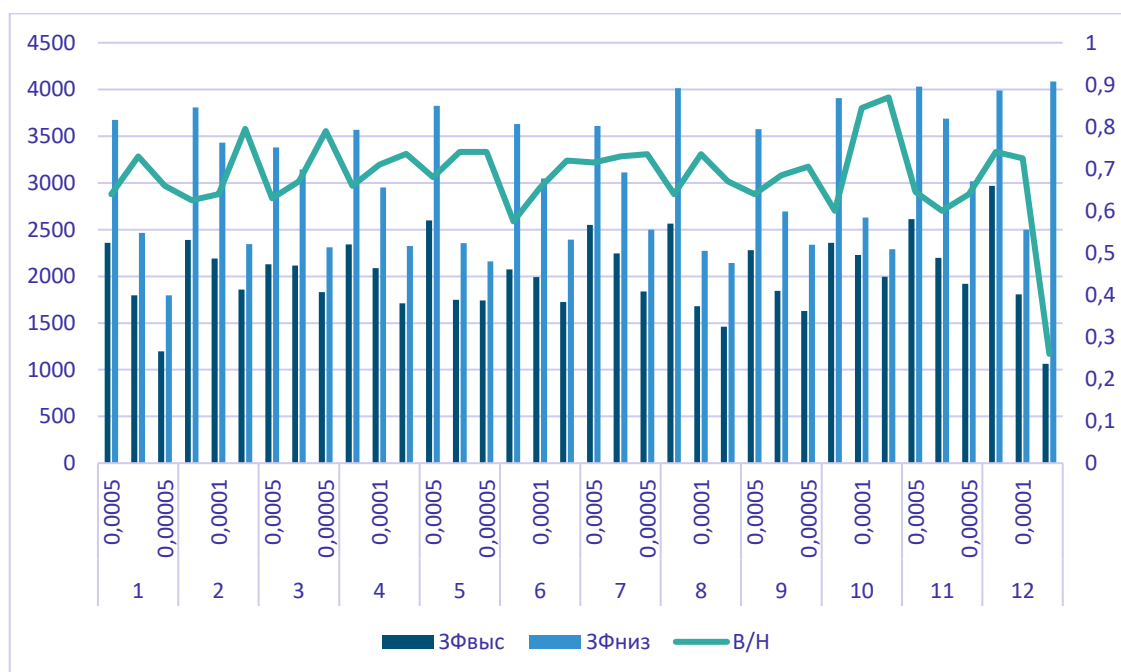


Рисунок 1 - Показатели замедленной флуоресценции хлореллы при концентрации аминокислот $5 \cdot 10^{-4}$, 10^{-4} , $5 \cdot 10^{-5}$ г/мл

Получены зависимости показателей флуоресценции от концентрации

экзогенно внесенных аминокислот при культивировании микроводоросли хлореллы. Для всех аминокислот выявлена выраженная зависимость эффекта от концентрации: чем выше содержание аминокислоты, тем сильнее стимуляция ЗФ. Например, для пролина эффект возрастает с 8 до 26%, для фенилаланина — с 7 до 24%, для триптофана — с 6 до 22%.

Минимальный эффект отмечается при самой низкой концентрации ($5 \cdot 10^{-5}$ г/мл), максимальный — при $5 \cdot 10^{-4}$ г/мл. В среднем, переход от минимальной к максимальной концентрации даёт прирост эффекта в 3–3,5 раза. Максимальный стимулирующий эффект среди всех исследованных соединений показал пролин (увеличение ЗФ до +26% при максимальной концентрации), за ним следуют фенилаланин (+24%), триптофан (+22%) и аспарагиновая кислота (+19%).

Минимальное влияние отмечено у аланина (+12%) и глицина (+13%).

Также отмечено, что аминокислоты с ароматическими (фенилаланин, триптофан) и иминокислотными (пролин) структурами проявляют наибольшую активность.

Выводы. Таким образом все исследованные аминокислоты в исследованных концентрациях оказывают стимулирующее действие на показатели ЗФ хлореллы. Наиболее выраженный эффект наблюдается у аминокислот с ароматическими и иминокислотными структурами. Влияние аминокислот проявляется дозозависимо: с ростом концентрации эффект усиливается. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации биотехнологических процессов культивирования микроводорослей и повышения эффективности фотосинтеза.

Список литературы

1. Флуоресценция хлорофилла в оценке воздействия соединений тяжёлых металлов на водные организмы / Г. А. Сорокина, Т. Л. Шашкова, М. А. Субботин, Е. С. Стравинскене, Ю. С. Григорьев // Серия «Биология. Экология» 2021. Т. 36. С. 24–36.

2. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода / В. С. Лысенко, Т. В. Вардуни, В. Г. Соьер, В. П. Краснов // Фундаментальные исследования. 2013. № 4. С. 112–120.

3. Яблонская, Е. К. Рост и скорость прироста биомассы *Clorella* под воздействием экзогенных аминокислот / Е. К. Яблонская, Н. Л. Мачнева, А. Н. Гнеуш // Международный научно-исследовательский журнал. – 2026. – № 4(166). – DOI 10.60797/IRJ.2026.166.19. – EDN ISNCGW.

4. Яблонская, Е. К. Перспективы применения аминокислот и их комплексов в биотехнологии производства хлореллы / Е. К. Яблонская, Н. Л. Мачнева // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 03 октября 2025 года. – Чебоксары: ООО "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2025. – С. 10-12. – DOI

10.21661/r-586078. – EDN IRSRDX.

5. Яблонская, Е. К. Перспективы применения аминокислот и их комплексов в биотехнологии производства хлореллы / Е. К. Яблонская, Н. Л. Мачнева // Технологические суверенитеты современной биотехнологии: Сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений. В 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025 года. Часть 2. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 520-522. – EDN ITUHMP.

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

АНАНЬЕВА В.А., СПИРИНА А.А.
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ
СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР
ЛИТЕРАТУРЫ**

*Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
Научный руководитель - ассистент Чельшиков А. Н.
e-mail: v.ananeva2004@gmail.com*

ANANEVA V.A., SPIRINA A.A.
**COMPARATIVE HYGIENIC ASSESSMENT OF SPORT FOOD
SUPPLEMENTS. SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE**

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo
Scientific supervisor: Assistant Chelyshkov A. N.
e-mail: v.ananeva2004@gmail.com*

Аннотация: В обзорной работе представлен анализ актуальных гигиенических стандартов, касающихся безопасности пищевых добавок на основе аминокислот, предназначенных для спортивного питания. Исследована нормативно-правовая база, включая Технические регламенты Таможенного союза (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 027/2012)

Ключевые слова: аминокислотные БАД, спортивное питание, гигиеническая безопасность, нормативные требования.

Abstract: The review paper presents an analysis of current hygienic standards regarding the safety of amino acid-based dietary supplements intended for sports nutrition. The regulatory framework, including the Technical Regulations of the Customs Union (TR CU 021/2011, TR CU 027/2012), has been studied.

Keywords: amino acid supplements, sports nutrition, hygienic safety, and regulatory requirements.

Цель исследования: проанализировать сравнительную гигиеническую оценку безопасности аминокислотных БАД.

Материалы и методы. Проведён систематический поиск литературы в базах данных eLibrary, PubMed, Scopus, Web of Science за период 2010–2025 гг. Критерии включения: оригинальные исследования, обзоры, диссертационные работы, предметом которых являлась безопасность БАД для спортивного питания.

Результаты и обсуждение. Гигиеническая оценка безопасности аминокислотных БАД. Одним из важных показателей являются химические загрязнители. Такие как, тяжелые металлы: включают свинец, кадмий, ртуть и мышьяк.

Согласно отчету, значительное количество протеиновых порошков, оказались загрязненным свинцом. Содержание этого тяжелого металла в

некоторых продуктах превосходило рекомендованную суточную норму.[1]

Источниками таких загрязнений могут быть сырье из промышленных зон или оборудование, содержащее эти металлы. Согласно исследованию Ендальцевой в 2021 году, в производстве биологических активных добавок обычно не превышает допустимой. [1] Так же, остаточные растворители. При экстракции аминокислот из гидролизатов используются такие вещества, как гексан, этилацетат и изопропанол. Их остаточное содержание регламентируется фармакопейными стандартами (0,1–0,5%) из-за риска токсического воздействия на печень.

При гигиенической оценке, обязательно следует обратить внимание на микробиологическое загрязнение. К основным показателям относятся общее микробное число (КМАФАнМ), наличие кишечной палочки (БГКП), патогенных микроорганизмов (сальмонелла, золотистый стафилококк), а также плесневых грибов и дрожжей. Соответствующие нормы установлены ТР ТС 021/2011. [2] Гигроскопичность порошковых аминокислот приводит к поглощению влаги из воздуха после вскрытия упаковки, создавая условия для размножения бактерий. Жидкие формы требуют добавления консервантов, которые не всегда декларируются производителем.

Согласно исследованию Гомбоевой, можно сделать вывод, что истекший срок годности биопрепаратов увеличивает количество патогенной флоры в 2 раза. [3]. Так же важно изучить биологическую подлинность. Изомерия аминокислот: D-аминокислоты не усваиваются организмом и могут накапливаться в почках. Фармакопейные требования устанавливают минимальное содержание L-изомера на уровне 98%. Процесс рацемизации (образование D-форм) может происходить под действием высокой температуры или длительного воздействия влаги.

Особого внимания заслуживает соблюдение требований ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». Данный регламент устанавливает обязательные требования к специализированной пищевой продукции, к которой относится спортивное питание, включая нормы содержания биологически активных веществ, витаминов и минеральных веществ в суточной дозе. Нарушения ТР ТС 027/2012 часто выражаются в несоблюдении регламентированных верхних допустимых уровней аминокислот в суточной порции.[5]

Выводы.

1. Анализ биологически активных добавок в обзорной литературе для спортсменов по их видам показал следующие результаты:

Средства для снижения веса и предтренировочные стимуляторы. Эти категории продуктов демонстрируют наибольшую склонность к присутствию незаявленных стимуляторов, которые были обнаружены в

исследованных образцах. Растительные белки. В данной категории выявлены самые высокие концентрации свинца, превышающие показатели молочных, а также повышенные уровни кадмия. БАД с маркировкой «organic». Исследование показало, что содержание тяжёлых металлов в этих продуктах выше по сравнению с их неорганическими аналогами. L-карнитин и аминокислоты ВСАА. Хотя в этих добавках реже всего фиксируется загрязнение, отдельные инциденты (например, обнаружение LGD-4033 в составе L-карнитина) свидетельствуют о возможности непредвиденных рисков.[4]

2.Проведённый анализ нормативно-правовой базы (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 027/2012) показал, что наиболее уязвимыми звеньями системы контроля безопасности аминокислотных БАД остаются: отсутствие обязательного тестирования на D-изомеры аминокислот, недостаточный мониторинг остаточных растворителей в готовой продукции и слабый надзор за соблюдением верхних допустимых уровней аминокислот в суточной дозе, установленных ТР ТС 027/2012. [5] Действующие регламенты охватывают основные группы рисков, однако правоприменительная практика выявляет систематические расхождения между заявленным и фактическим составом, что указывает на необходимость усиления лабораторного контроля на этапе допуска продукции к обороту.

Список литературы

1. Ендальцева О.С., Люст Е.Н. Изучение содержания примеси тяжёлых металлов и мышьяка в биологически активных добавках. Человек и его здоровье. 2021;24(4):68-73. БО!/: 10.21626/ye8Шк/2021-4/09URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-soderzhaniya-primesi-tyazhelyh-metallor-i-myshyaka-v-biologicheskii-aktivnyh-dobavkah> (дата обращения: 05.05.2026).
2. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880, ред. от 14.09.2023).
3. Гомбоева С. В., Прудова Л. Ю. Микробиологическая оценка коммерческих биопрепаратов // КиберЛенинка. 2024. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiologicheskaya-otsenka-kommercheskih-biopreparatov> (дата обращения: 07.05.2026).
4. Слободская Н. С. Биологически активные добавки: значение и применение // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2015. — №4(52). — С. 119–122.URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskii-aktivnyie-dobavki-znachenie-i-primeneniie/viewer> (дата обращения 19.05.2026).
5. ТР ТС 027/2012«О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»

ЛОСКУТОВ И.А.
**ТРАНСМИССИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ КАК
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО И
НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

«МИРЭА-Российский технологический университет, г. Москва

e-mail: faxvex@ya.ru

LOSKUTOV I.A.
**TRANSMISSION SPECTROMETRY AS A UNIVERSAL METHOD FOR
MEDICAL-BIOLOGICAL AND NUTRIOLOGICAL CONTROL**

MIRAEA-Russian Technological University, Moscow

e-mail: faxvex@ya.ru

Аннотация: Предложен метод трансмиссионной спектрометрии на основе гамма-излучения, позволяющий проводить экспресс-контроль лекарственных форм и биологически активных добавок *in vitro*, и анализ химсостава уrolитиаза *in vivo*.

Ключевые слова: контроль качества БАД, трансмиссионная спектрометрия, гамма-излучение, здоровьесберегающие технологии, биофармацевтика.

Abstract: A method transmission spectrometry based on gamma radiation is proposed, which allows for rapid *in vitro* control of dosage forms and biologically active supplements, as well as *in vivo* analysis of the chemical composition of urolithiasis.

Keywords: quality control of dietary supplements, transmission spectrometry, gamma radiation, health-saving technologies, and biopharmaceutics.

Цель исследования. Определить универсальный неинвазивный подход, для одновременного проведения неразрушающего экспресс-анализа БАД и фармацевтических субстанций *in vitro*, определения химсостава почечных конкрементов *in vivo*, что соответствует современным требованиям здоровьесберегающих технологий, а также персонализированной нутрициологии и биофармацевтического контроля.

Материалы и методы исследования. Выбранным при анализе метод исследования – метод трансмиссионной спектрометрии – регистрация ослабления потока γ -квантов при прохождении через исследуемый объект. Источник излучения – Am-241. Спектрометр – ДРГ-3-02. Анализ проводился лабораторно с формированием характеристических таблиц изменения интенсивности потока квантов, приходящих на детектор.

Метод предполагает двухэтапный анализ, в который входит сканирование и калибровка фармацевтической формы или же области

конкремента на фоновых тканях.

При использовании подхода было выявлено, что даже малые объекты, такие как вкрапления инородных материалов и конкременты могут быть определены достаточно точно по химсоставу [1-2], даже при их значительной вариации внутри одного объекта.

Результаты исследования и их обсуждение. Физпринцип трансмиссионной спектрометрии обладает универсальностью, оптимален для неразрушающего контроля таблетированных лекарственных средств и БАД на производственных линиях. Это позволяет оперативно выявлять отклонения в дозировке, неоднородности распределения активных веществ и посторонние включения, что напрямую способствует профилактике лекарственно-индуцированного уролитиаза и последующих операций [3].

Выводы. Подходы к контролю качества фармацевтических субстанций и диагностике конкремента ограничены как недостаточной точностью определения химсостава, так и потребностью в длительной пробоподготовке инвазивности и высокой лучевой нагрузке. Предложенный метод трансмиссионной спектрометрии на основе гамма-излучения позволяет преодолеть указанные барьеры неразрушающей верификации лекарственных форм и биологически активных добавок *in vitro* и неинвазивного экспресс-анализа почечных конкрементов *in vivo* при соблюдении норматива лучевой нагрузки ≤ 1 мЗв/год.

Реализация предложенного подхода откроет новые возможности для превентивной медицины, биотехнологического контроля качества продукции и снижения потребности в оперативных вмешательствах [4] при уролитиазе.

Список литературы

1. Пушкарь, Д. Ю. Мочекаменная болезнь / Д. Ю. Пушкарь, П. И. Раснер, Ю. А. Куприянов [и др.] // РМЖ. - 2014. - № 17. - С. 14.
2. Яковец, Е. А. Новые методы анализа состава камней почек и их влияние на прогноз течения и методы профилактики при мочекаменной болезни / Е. А. Яковец, А. И. Губанов, Е. А. Десятова // Фармакология & Фармакотерапия. - 2022. - № 3. - С. 28-31.
3. Дутов, В. В. Проблема мочекаменной болезни в технологическую эру / В. В. Дутов // РМЖ. - 2014. - Т. 22, № 29. - С. 2074-2076.
4. Просянных, М. Ю. Определение химического состава мочевого камня *in vivo* по профилю потребления нутриентов / М. Ю. Просянных, С. А. Голованов, О. В. Константинова [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. - 2020. - № 4. - С. 50-57.

РОХМИСТРОВА Н.С., МАЛЫЦЕВА Е.М.
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА В ДРЕВЕСНОЙ
МАТРИЦЕ ЛИСТВЕННОЙ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA*
LEDEB.) МЕТОДОМ ВЭЖХ**

Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово
e-mail: nadysha_rohmis@icloud.com

ROKHMISTROVA N.S., MALTSEVA E.M.
**DETERMINATION OF DIHYDROQUERCETIN IN THE WOOD
MATRIX OF SIBERIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.)
USING HPLC**

Kemerovo State Medical University, Kemerovo
e-mail: nadysha_rohmis@icloud.com

Аннотация: Проведено разделение компонентов этанольного экстракта древесной матрицы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) методом ВЭЖХ и сравнение разработанного метода с действующим ГОСТом. В исследуемом образце идентифицирован пик диgidрокверцетина на основании сравнения времени удерживания и УФ-спектра со стандартным образцом диgidрокверцетина.

Ключевые слова: лиственница, *Larix sibirica* Ledeb., древесная матрица, диgidрокверцетин, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Abstract: The components of an ethanol extract from the wood matrix of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) were separated using HPLC, and the developed method was compared with the current GOST standard. A dihydroquercetin peak was identified in the analyzed sample based on a comparison of its retention time and UV spectrum with those of a dihydroquercetin reference standard.

Keywords: larch, *Larix sibirica* Ledeb., wood matrix, dihydroquercetin, high performance liquid chromatography.

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) является ценным источником диgidрокверцетина – антиоксиданта, широко востребованного в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности. Эффективный контроль качества сырья и оптимизация процессов его переработки невозможны без наличия точных, воспроизводимых и экспрессных методик аналитического контроля [3].

Цель исследования – разработка метода хроматографического разделения веществ и количественного определения диgidрокверцетина в этанольном экстракте древесной матрицы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.).

Материалы и методы исследования. Объектом исследования

служила древесная матрица лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Около 3,0 г сырья (точная навеска) помещали в коническую колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 100 мл спирта этилового 95%-ного, колбу закрывали крышкой и взвешивали с погрешностью $\pm 0,01$. Затем колбу присоединяли к обратному холодильнику, нагревали на кипящей водяной бане, поддерживая слабое кипение в течение 1 ч. После охлаждения колбу с содержимым вновь закрывали той же пробкой, взвешивали и содержимое колбы при необходимости восполняли растворителем. Содержимое колбы тщательно взбалтывали и фильтровали через сухой бумажный фильтр, отбрасывая первые 20 мл, в сухую колбу вместимостью 200 мл [2].

ВЭЖХ-анализ проводили на жидкостном хроматографе Prominence LC-20 (Shimadzu, Япония) с диодно-матричным и рефрактометрическим детектором. Хроматографическая колонка - Kromasil C18 (250 x 4,6 мм; 5 мкм). В качестве подвижной фазы в изократическом режиме использовалась смесь 0,1%-ной *орто*-фосфорной кислоты (pH=3,0) и ацетонитрила (60:40). Скорость потока составляла 1,0 мл/мин, температура термостата колонки - 25°C, опорная длина волны - 290 нм, объем инъекции - 20 мкл. Идентификация ключевого соединения в исследуемом образце проводилась на основании сравнения времени удерживания и УФ-спектра с временем удерживания и УФ-спектром стандартного образца дигидрокверцетина (Sigma Aldrich, CAS: 480-18-2).

Результаты исследования и их обсуждение. В результате хроматографического разделения компонентов исследуемого образца было получено 9 пиков ключевых веществ фенольной структуры (рис. 1).

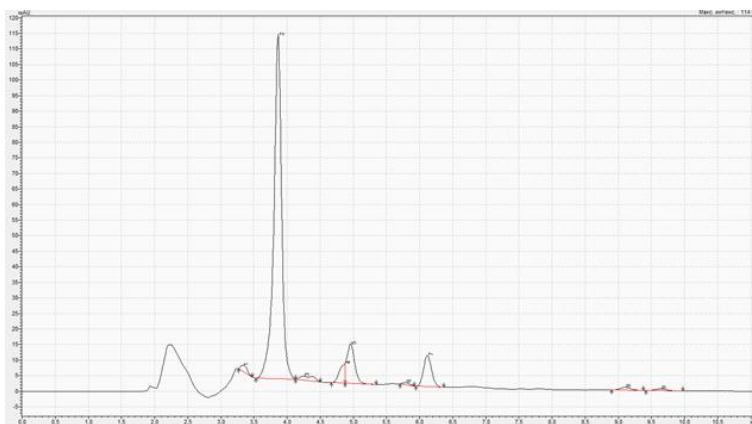


Рисунок 1 - Хроматографический профиль экстракта древесной матрицы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Опорная длина волны - 290 нм. По оси абсцисс - время удерживания, мин; по оси ординат - сигнал детектора, единица оптической плотности

Пик № 2 на хроматограмме исследуемого раствора ($T_R=3,857$ мин) соответствовал пику стандартного образца дигидрокверцетина по времени

удерживания и УФ-спектру.

По сравнению со стандартной методикой [1] разработанный метод хроматографического разделения позволяет сократить время анализа в 2 раза, снижая расход подвижной фазы, что может быть стратегически важно при поточном производстве. Оптимизация параметров элюирования улучшила термодинамические параметры процесса, включая снижение давления в хроматографической колонке. Было достигнуто полное разделение всех компонентов экстракта, исключая наложение пиков и позволяя отделить ключевой пик дигидрокверцетина от пиков родственных примесей.

Выводы. Разработана методика хроматографического разделения, превосходящая по аналитическим и экспрессным характеристикам действующий ГОСТ 33504-2015, сокращающая общую продолжительность времени анализа и демонстрирующая высокую точность разделения веществ.

Список литературы

1. ГОСТ 33504-2015. Добавки пищевые. Дигидрокверцетин. Технические условия. М., 2016. С. 9-10.
2. Химический анализ лекарственных растений: Учеб. пособие для фармацевтических вузов / Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э. [и др.]. Под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. М.: Высш. Школа, 1983. С. 89-90.
3. Terekhov R.P., Savina A.D., Pankov D.I., Korochkina M.D., Taldaev A., Yakubovich L.M., Zavadskiy S.P., Zhevlakova A.K., Selivanova I.A. Insights into the stereoisomerism of dihydroquercetin: analytical and pharmacological aspects // Front. Chem. 2024. Vol. 12. P. 1439167.