Всероссийская научно-практическая конференция для молодых ученых

БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БУДУЩЕГО: ПЛАТФОРМА ДЛЯ НАУКИ И ИНДУСТРИИ

Сборник тезисов

2026

Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта
Российской академии наук (ИМБ РАН)

БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БУДУЩЕГО: ПЛАТФОРМА ДЛЯ НАУКИ И ИНДУСТРИИ

Сборник материалов
II Всероссийской научно-практической конференции

г. Москва, 17–18 сентября 2026 года

Электронное текстовое издание

Санкт-Петербург
Наукоемкие технологии
2026

© Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук, 2026

ISBN 978-5-00271-196-3

УДК 60:664(082)
ББК 36я43
Б63

Редакционная коллегия:
Дмитрий Сергеевич Карпов, Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН;
Анна Викторовна Кудрявцева, Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН;
Александр Александрович Макаров, Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН;
София Георгиевна Георгиева, Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН;
Наталья Станиславовна Гладыш, Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН, Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ);
Дмитрий Львович Никифоров-Никишин, Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)

Б63 Биотехнологии для пищевой промышленности будущего: платформа для науки и индустрии [Электронный ресурс]: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции; г. Москва, 17–18 сентября 2026 года / ред. кол.: Д. С. Карпов, А. В. Кудрявцева, А. А. Макаров и др. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2026. – 104 с. – URL: https://publishing.intelgr.com/archive/Biotekhnologii-dlya-pishchevoi-promishlennosti-budushchego-II.pdf.

ISBN 978-5-00271-196-3

В сборнике представлены материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Биотехнологии для пищевой промышленности будущего: платформа для науки и индустрии», организованной Институтом молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН 17–18 сентября 2026 года в Москве. Опубликованные тезисы посвящены передовым исследованиям на стыке молекулярной биологии, генетики и пищевых производств, выступая связующим звеном между фундаментальной наукой и реальным сектором экономики.

Издание адресовано научным сотрудникам, биотехнологам, представителям агропромышленного комплекса, а также аспирантам и студентам профильных направлений.

УДК 60:664(082)
ББК 36я43

© Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук, 2026

ISBN 978-5-00271-196-3

Научное издание

Биотехнологии для пищевой промышленности будущего: платформа для науки и индустрии

Сборник материалов
II Всероссийской научно-практической конференции

г. Москва, 17–18 сентября 2026 года

Электронное текстовое издание

Издается в авторской редакции
Верстка *Ю. Н. Сафонкина*

Подписано к использованию 29.10.2026.
Объем издания – 1,2 Мб.

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
https://publishing.intelgr.com
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: +7 (812) 945-50-63

ISBN 978-5-00271-196-3



СОДЕРЖАНИЕ

Кибиткина А. А., Василевская Е. Р.
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ПРОДУКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ОТ ИЗУЧЕНИЯ МЕТАБОЛИЗМА БИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДУКТА 11

Жилинская Н. В., Кошелева О. В.
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ОТ РАЗРАБОТКИ К ПРОИЗВОДСТВУ 13

Карманов И. А.
СИНЕРГИЗМ В МОДЕЛИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПРОГНОЗИРУЕМОЙ БИОДОСТУПНОСТЬЮ 14

Гурэу З. Г., Багрянцева О. В.
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 16

Бредгауэр М. Д., Скворцов-Игралов Г. А., Горохов И. А.,
Безручко М. В., Саитова А. Т.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОММЕРЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ КЕФИРА И ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ 17

Гуркина Е. С., Исаева В. С., Лаврова Д. Г.
ПОДБОР ЭФФЕКТИВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ДРОЖЖЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОБИОТИКОВ И БИОКАТАЛИЗАТОРОВ 18

Нандышева А. А. Баринова И. О., Карпов Д. С.
ПОИСК И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЖИРНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ 19

Полякова А. Н., Черданцев И. А., Сосновцева А. О., Кулагин К. А.,
Агапитова А. С., Карпов Д. С.
СОЗДАНИЕ ПРОДУЦЕНТА ГЛЮТЕНАЗЫ НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ 21

Мелешенко В. М., Щербаков Д. Н., Беленькая С. В.,
Савенцева Е. А., Ельчанинов В. В.
ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ХИМОЗИНА ИЗ ДРОЖЖЕЙ *KLUYVEROMYCES LACTIS* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ 23

Коваль Д. Д., Алкадур М. И.
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КЕФИРНЫХ ГРИБКОВ. КИНЕТИКА pH ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ ИНОКУЛЯТА К СРЕДЕ 24

Баженова Е. Д.
КОНТРОЛЬ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 25

Бычкова Т. С., Пряничникова Н. С.
АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ 26

Дуганова А. Ю., Рогов Г. Н., Мамыкин Д. С., Масежная Е. С.
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИТРАТСБРАЖИВАЮЩИХ ЛАКТОКОККОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗАКВАСОК С ПОНИЖЕННОЙ ПОСТФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТЬЮ 28

Карагузина К. Р., Стойков Д. И.
БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОЙ ВУАЛИ ДЛЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛАКТОЗЫ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ 30

Краснова И. С., Ганина В. И.,
НЕЙРОАКТИВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ – БИОМАРКЕРЫ СОСТОЯНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ 32

Никитина Е. В., Сунгатуллина А. Р., Астахов Н. М., Киров С. С.
АВТОХТОННЫЕ МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ – ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ В МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ 33

Семенова В. А.
ПСИХОБИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗРАБОТАННОГО КОНСОРЦИУМА МОЛОЧНОКИСЛЫХ И ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ 35

Тюрин М. Ю., Китаевская С. В.
АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ИНГИБИРОВАТЬ АКТИВНОСТЬ ГЛЮКОЗИДАЗЫ 36

Тюрин М. Ю., Китаевская С. В.
ИНГИБИРОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИПАЗЫ ШТАММАМИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОЛОКА 37

Фоменко О. Ю.
ПОСТГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ 38

Кремнёва М. К., Шестаков А. И., Щербакова П. А.
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТРАДИЦИОННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 39

Мельникова С. А., Полякова А. Н., Карпов Д. С.
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАЛОГИЧНЫХ ДЕСАТУРАЗ *DEBARYOMYCES HANSENII* 40

Савенцева Е. А., Щербаков Д. Н.
СРАВНЕНИЕ AOX1- И GAP-ОПОСРЕДОВАННОГО СИНТЕЗА ПРОХИМОЗИНА ТАКИНА ДРОЖЖАМИ *PICHIA PASTORIS*..... 41

Якимов А. Ю., Судакова А. И., Евсеев П. В., Левашов П. А., Мирошников К. А., Комаревцев С. К.
ЭКСПРЕССИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИРИОН-АССОЦИИРОВАННОГО ЛИЗИНА
GP12 БАКТЕРИОФАГА *CURTOBACTERIUM* AYKA..... 42

Филиппова А. С., Позднякова-Филатова И. Ю., Нечаева И. А.
КОНСТРУИРОВАНИЕ КАРОТИНОИД-ПРОДУЦИРУЮЩЕГО МУТАНТНОГО
ШТАММА НА БАЗЕ *RHODOCOCCUS QINGSHENGII* X5 43

Барейко А. А., Леонович С. И., Сидоренко А. В.
ВЫДЕЛЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУР УКСУСНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ – ПРОДУЦЕНТОВ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ..... 44

Трофимов А. В., Романцева А. В., Боровикова А. О.
ПРИНЦИПЫ УСПЕШНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ФЕРМЕНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ
НА ПРИМЕРЕ ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА ХИМОЗИНА..... 45

Галимова А. Р., Антипова А. С., Мартиросова Е. И., Зеликина Д. В., Анохина М. С., Федулова Л. В., Асланова М. А., Утьянов Д. А. Семёнова М. Г.
БИОПОЛИМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛИПОСОМАЛЬНЫХ ФОРМ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОНУТРИЕНТОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 46

Рахманов Б. К., Буриев З. Т., Убайдуллаева Х. А., Шерматов Ш. Э., Абдурахмонов И. Ю.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНА *A. ANNUA CADS* В ГЕНОМ *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. ДЛЯ БИОСИНТЕЗА АРТЕМИЗИНИНА..... 47

Рахманов Б. К., Буриев З. Т., Убайдуллаева Х. А., Шерматов Ш. Э., Абдурахмонов И. Ю.
ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АРТЕМИЗИНИНА И В ТРАНСФОРМАНТНЫХ ЛИНИЯХ ХЛОПЧАТНИКА 49

Беляева Ю. В.
КОНСТРУИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
С ПОМОЩЬЮ ФЕРМЕНТОВ..... 50

Боровикова А. О., Волков И. Ю., Морозкина Е. В.
ПИЛОТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПИЩЕВЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОДУКТА НА ПРИМЕРЕ ХИМОЗИНА 53

Бурнышева Т. О., Баракова Н. В., Афанасенко А. Е.
ВЛИЯНИЕ МУЛЬТИФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА *BACILLUS SUBTILIS* НА КАЧЕСТВО И АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОВСЯНОГО КВАСА 54

Шмырев Р. В.
БЕЗЛАКТОЗНАЯ И БЕЗГЛЮТЕНОВАЯ РАСТИТЕЛЬНАЯ БЕЛКОВАЯ ОСНОВА С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛИЯ И ФОСФОРА ДЛЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ 55

Левашов П. А., Климов Д. А.
БАКТЕРИОЛИТИЧЕСКИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ БЕЛКОВЫЕ ФАКТОРЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ, ВОЗМОЖНОСТИ ИХ АКТИВАЦИИ БЕЗОПАСНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ 56

Краевская А. Г., Изутина С. В.
МУЛЬТИФЕРМЕНТНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ НОСИТЕЛЕЙ..... 57

Сидорова Ю. С., Петров Н. А.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ МОЛОКА В СОСТАВЕ ЭНТЕРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ 59

Хохлова Т. И.
КОМБИНИРОВАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ И БИОТРАНСФОРМАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ РЕШАЮТ ПРОБЛЕМУ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО МЯСА 60

Станиславская Е. Б., Богданова Е. В., Берестовой А. А., Станков Д. Д.
ПЕРЕРАБОТКА ПАХТЫ КАК НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ 61

Кодесникова Т. Л.
БИОАКТИВНЫЕ КОЛЛАГЕНОВЫЕ ПЕПТИДЫ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПТИЦЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА 62

Егоров А. Е., Шеховцов П. В., Пашовкин Т. Н., Лауринавичюс К. С., Николаева Т. И.
НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ КОЛЛАГЕНА В КОМПЛЕКСЕ С ГЛИКОЗАМИНОГЛИКАНАМИ, ДОПОЛНЕННЫЕ ВИТАМИНАМИ И МИНЕРАЛАМИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ ... 64

Базарнова Ю. Генриховна, Балабаев А. А., Левчук О. Р.
ПОЛУЧЕНИЕ НУТРИЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ БИОМАССЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ 66

Бирюлина Н. А., Кобелькова И. В.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТОВ *A. PLATENSIS* В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ 68

Толокнова А. А.
БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ СОЕВОЙ СЫВОРОТКИ И МИКРОВОДРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS*. 69

Белозерова М. Ю., Зверева О. В., Корнеева О. С.
ФУКОИДАН КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ЗАГУСТИТЕЛЕЙ 70

Тарасюк А. К., Жничкова Е. Г.
АДАПТОГЕНЫ В ПИЩЕ БУДУЩЕГО: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАНАКСОЗИДОВ 71

Гуркин Г. К., Ефремов А. М., Арляпов В. А.
ПОЛИГИДРОКСИБУТИРАТ – БИОСОВМЕСТИМЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БИОСЕНСОРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 72

Забелина А. И.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ НИЗКОКАЛОРИЙНЫХ ДЕСЕРТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНУЛИНА 73

Соболева Е. А., Митрошина Д. П., Славянский А. А.
ОБОГАЩЕНИЕ САХАРСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ПРЕБИОТИКАМИ .. 77

Бутримова О. С., Будкевич Р. О.
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕКТИНОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК С ПРОБИОТИКАМИ 78

Кафарова И. Э., Бондарев С. А.
ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ 79

Козин Н. В., Жничкова Е. Г.
КЛЕТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 81

Крюковских Е. О., Прудникова О. Н., Тюрина Т. М.,
Клычников О. И., Метальников П.С., Титова М.В.
КУЛЬТУРЫ АДВЕНТИВНЫХ КОРНЕЙ *POLYSCIAS BALFOURIANA*
И *P. FRUTICOSA* КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 82

Куликов Д. С., Королев А. А., Буданов А. В., Калугина З. И.,
Уланова Р. В.
КОМПЛЕКСНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР С ПОЛУЧЕНИЕМ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ
И БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ 83

Тюрина Т. М., Прудникова О. Н., Клычников О. И.,
Метальников П. С., Лунькова М. К., Титова М. В.
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКК ДИОСКОРЕИ
ДЕЛЬТОВИДНОЙ И ЖЕНЬШЕНЯ ЯПОНСКОГО В КАЧЕСТВЕ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ИННОВАЦИОННОГО СЫРЬЯ 84

Хантургаева В. А., Котова Т. И.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ В ТЕХНОЛОГИИ
БАТОНЧИКОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ КОСМОНАВТОВ 85

Близнюк У. А., Борщеговская П. Ю., Болотник Т. А., Браун А. В.,
Беклемишев М. К., Черняев А. П., Ипатова В. С., Никитченко А. Д.,
Опруненко А. Ю., Золотов С. А., Зубрицкая Я. В., Козлова Е. К., Родин И. А.
ЦИФРОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ
ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ 88

Котова Т. И., Хантургаев А. Г.
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ
КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ
(*HIPPOPHAE RHAMNOIDES L.*): ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 90

Зубрицкая Я. В., Близнюк У. А., Никитченко А. Д., Гераськин С. А.,
Борщеговская П. Ю., Малюга А. А., Чуликова Н. С., Чибисова М. С.,
Кусак А. А., Черняев А. П., Смирнова А. С., Празян А. А.,
Золотов С. А., Юров Д. С.
ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ
И ФОТОНАМИ КАК МЕТОД СТИМУЛЯЦИИ РОСТА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 91

Яицких А. В., Волкова О. В.
УСТАНОВЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ ЗЕРНОПРОДУКТОВ
УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ 93

Горбенко Р. А.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ONSITESEQ
ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА

И ФУНГИЦИДНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *PYRICULARIA ORYZAE* В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ 94

Воронина М. С., Игнатова Д. Ф., Ерюкова А. Б.
ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ РОМАШКИ АПТЕЧНОЙ И ШИПОВНИКА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОРОЩЕННОГО ЯЧМЕНЯ..... 95

Одинцов М. С., Прутенская Е. А.
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФРУКТОВОГО ВИНА ИЗ МАНДАРИНОВ..... 97

Уланова Р. В., Ксенофонтов А. Л., Тимофеева А. В., Куликов Д. С.
ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ САПРОФАГОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ПРЕПАРАТОВ 99

Арабова З. М., Тимакова С. И., Нугманов А.Х.-Х.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ МЕТОДОВ КОНСЕРВИРОВАНИЯ РЫБЫ (ОБЗОР)..... 100

Климук А. А., Сергазиева О. Д., Царьков М. Д.
ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГИБРИДА АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА *CLARIAS GARIEPINUS* 102

Головин С. Н., Кириченко Е. Ю., Набиуллина Р. Д.
КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ..... 103

Набиуллина Р. Д., Кириченко Е. Ю., Головин С. Н.
ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА КЛЕТОЧНОГО РОСТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУЛЬТИВИРУЕМОГО МЯСА 104

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ПРОДУКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ОТ ИЗУЧЕНИЯ МЕТАБОЛИЗМА БИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДУКТА

Кибиткина Анастасия Анатольевна*,
Василевская Екатерина Романовна

ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН,
г. Москва, ул. Талалихина, д. 26, 109316
**a.kibitkina@fncps.ru*

Разработка продуктов нового поколения требует интеграции данных о механизмах действия биоактивных компонентов, потребительских предпочтениях и технологических особенностях производства. Целью работы являлось создание продукта нейродиетической направленности на основе экспериментальных данных о метаболизме триптофана.

На первом этапе проведено изучение биологических эффектов триптофана и его комбинации с антиоксидантами на животных моделях с использованием комплекса физиологических, молекулярно-генетических и биохимических методов. Показано, что сочетание триптофана с антиоксидантами способствует ограничению активации кинуренинового пути метаболизма и улучшению ряда нейрофизиологических показателей [1].

На основании полученных данных и результатов потребительского опроса разработаны рецептуры ягодно-овощных пюре, обогащенных триптофаном и антиоксидантными компонентами. Подобраны технологические режимы, обеспечивающие сохранность функциональных ингредиентов и соответствие требованиям микробиологической безопасности. Содержание триптофана в готовых продуктах составило около 40% от рекомендуемой суточной потребности.

Разработанные продукты продемонстрировали положительное влияние на когнитивные функции, показатели липидного обмена и антиоксидантный статус экспериментальных животных. Полученные результаты подтверждают перспективность комплексного биотехнологического подхода к созданию функциональных продуктов нового поколения.

Ключевые слова: нейродиетология, триптофан, антиоксиданты, социологическое исследование.

Список литературы

1. Martins L. B. Editorial: Nutrition and brain: bidirectional link in neuropsychiatry disorders / L. B. Martins, M. Berk, A. V. M. Ferreira, A. L. Teixeira. – 2023.
2. Orlova S. V. The role of individual neuronutrients in optimizing nutritional therapy for neurological patients / S. V. Orlova, E. A. Nikitina, N. V. Balashova [et al.] // Medical alphabet. – 2023. – № 8.
3. Sarris J. Nutritional Psychiatry: from concept to the clinic / J. Sarris // Drugs. – 2019. – Vol. 79. – № 9.

4. Kibitkina A. Tryptophan-induced effects on the behavior and physiology of aging in tryptophan hydroxylase-2 heterozygous mice C57BL/6N / A. Kibitkina, E. Vasilevskaya, G. Tolmacheva [et al.] // Veterinary World. – 2025. – Vol. 18, № 2. – P. 296–310. – DOI: 10.14202/vetworld.2025.296-310.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ОТ РАЗРАБОТКИ К ПРОИЗВОДСТВУ

Жилинская Наталия Викторовна[1*],
Кошелева Ольга Васильевна[1]

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Устьинский пр., д. 2/14, 109240
**tashenka13@inbox.ru*

На современном рынке пищевой продукции основной пул представлен «ультрапереработанными» продуктами со сниженным содержанием эссенциальных нутриентов, за исключением натрия, и повышенным содержанием критически значимых пищевых веществ. В связи с этим одним из главных направлений социальной политики в области повешения качества и продолжительности жизни россиян является оптимизация питания населения, в том числе за счет включения в рацион пищевой продукции с заданным химическим составом или являющейся дополнительным источником макро- и микронутриентов, такой как специализированная, функциональная или обогащенная пищевая продукция.

Ниша функциональных продуктов в пищевой промышленности не насыщена и представляет интерес как для исследователей, так и для производителей, перед которыми в процессе разработки и производства встают научные и технологические вызовы, такие как обоснование заданного состава, оценка эффективности, стабильность ингредиентов и органолептических свойств и др.

В рамках существующего законодательства на территории Российской Федерации также отмечаются барьеры, препятствующие развитию инноваций в области функциональной пищевой продукции. В частности, существует острая потребность в формировании терминологического аппарата, коррелирующего с действующими Техническими регламентами Евразийского экономического союза и национальными стандартами и позволяющими выделить и идентифицировать функциональные продукты среди групп специализированной и обогащенной продукции.

Ключевые слова: функциональная пищевая продукция; нормативно-правовые акты; биологически активные вещества; оптимизация питания; барьеры.

СИНЕРГИЗМ В МОДЕЛИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПРОГНОЗИРУЕМОЙ БИОДОСТУПНОСТЬЮ

Карманов И. А.[1]

[1] ООО «БОБО»,
г. Санкт-Петербург, Виленский пер, д. 15 литера а, помещ. 6-н, 191014
i@karmanov-pro.ru

Обогащение продуктов нутрицевтиками часто неэффективно из-за низкой биодоступности, обусловленной антагонистическими взаимодействиями или недостаточными условиями абсорбции. Решением служит системный учёт синергетических и антагонистических эффектов между пищевыми веществами, интегрированный в концепцию пищевого синергизма.

Цель – сформулировать принципы применения пищевой синергии в контексте проектирования функциональных продуктов питания, а также разработать практические рекомендации для разных отраслей индустрии.

Систематизированы ключевые синергетические пары: железо/витамин С, кальций/витамин D, каротиноиды/жиры (растворение), йод/пребиотики и другие. Даны рекомендации: в кисломолочных продуктах не совмещать соли Ca с Fe, Mg, Zn; вводить витамин D для усвоения Ca. В мучных изделиях снижать фитаты ферментацией или использовать ржаную, ячменную муку, бобовые. В жировых продуктах применять антиоксидантные пары (витамины Е/С, селен/сульфорафан) для предотвращения перекисного окисления.

Разработаны практические примеры применимости концепции. Разработана рецептура молочного напитка с йодказейном и мальтитолом (100 г покрывают 10,8% суточной нормы йода, синергетический эффект повышает усвояемость на 4,2±0,1%).

Заключение. Использование пищевой синергии при проектировании продуктов повышает биодоступность нутрицевтиков, улучшает органолептику и открывает возможности для персонализированного питания.

Ключевые слова: биосинергизм, персонализированное питание, анагонизм, обогащение, продукты питания.

Список литературы

1. Быченкова В. В. Фудомика пищевых рационов детей с гиполактазией с учетом принципов синергии [Электронный ресурс] / В. В. Быченкова, И. А. Карманов // Новые технологии = New technologies. – 2026. – Т. 22, № 1. – С. 10–22. – DOI: 10.47370/2072-0920-2026-22-1-10-22. – Режим доступа: https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-10-22 (дата обращения: 10.06.2026).

2. Карманов И. А. Взаимодействия пищевых веществ при проектировании функциональных продуктов питания / И. А. Карманов, В. В. Быченкова // Инновации в индустрии питания и сервисе: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры

общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий, Краснодар, 20 декабря 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2025. – С. 301–304. – EDN CWIITR.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гурэу Зинаида Геннадиевна,
Багрянцева Ольга Викторовна*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Устьинский проезд, 2/14, Москва, Россия
**Bagryantseva@ion.ru, тел. +7(495)698-54-05*

В настоящее время с целью определения рисков здоровью пищевой продукции биотехнологического происхождения используется научно обоснованный порядок проведения молекулярно-генетической идентификации, анализа генетической безопасности штаммов микроорганизмов-продуцентов пищевых компонентов и технологических вспомогательных средств – ферментных препаратов с применением технологии полного геномного секвенирования (WGS) на основе результатов биоинформатического анализа. Данный анализ позволяет подтвердить видовую принадлежность штамма и исключить наличие в его геноме генов устойчивости к антибиотикам, трансмиссивных элементов, последовательностей нуклеотидов, отвечающих за продукцию токсинов, аллергенов, увеличивающих степень их вирулентности.

Эффективность такого подхода подтверждена исследованиями генома 10 мутантных и генетически модифицированных (ГМ) штаммов. На ГМ штаммы *Komagatella phapffii* 2xAmy-BaLi-a-II-ZeoR-продуцент амилазы и *K. phaffii* CF-st401 – продуцент сладкого белка бразеина Роспотребнадзором выданы Свидетельства о государственной регистрации: продуцент α-амилазв – СГР RU 77.99.22011R001282.04.26; продуцент сладкого белка бразеина – СГР RU 77.99.22003 R001157.0.524.

Ключевые слова: технологические микроорганизмы, оценка рисков здоровью, пищевая продукция.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОММЕРЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ КЕФИРА И ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Бредгауэр Мария Дмитриевна[1*], Скворцов-Игралов Георгий Артурович[2], Горохов Иван Андреевич[3], Безручко Михаил Владимирович[3], Саитова Алина Тимуровна[3]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет, Россия г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9, 199034
[2] ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, Россия г. Москва, ул. Островитянова д. 1, с. 6, 117513
[3] ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Россия г. Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 14, 197101
**m.bredgauer@yandex.ru*

Нарушения микробиоты кишечника связаны с раком толстой кишки, диабетом, воспалительными заболеваниями кишечника и ожирением. Одним из модуляторов её состава является кефир – ферментированная система, включающая молочнокислые и уксуснокислые бактерии, дрожжи и бактериофаги.

Целью работы является определение состава образцов кефира и пробиотиков методом shotgun-метагеномного секвенирования.

Исследованы два пробиотика и шесть образцов кефира; секвенирование выполнено на платформе MGISEQ-200, анализ проведен с использованием Trim Galore!, Kraken2, Bracken, Samtools, BWA, Mosdepth, SPAdes, MetaQUAST, MetaVF_toolkit, RStudio.

В пробиотике № 1 заявленное соотношение *Bifidobacterium longum* и *Enterococcus faecium* (1:1) не подтвердилось: доля прочтений *Bifidobacterium longum* составила 29,21%, *Enterococcus faecium* – 0,61%. Состав пробиотика № 2 соответствовал заявленному.

В кефире заводских марок преобладали *Lactococcus cremoris* и *Lactococcus lactis*; в частных марках их доля ниже, выше доля *Streptococcus thermophilus* и бактериофагов лактококков. Состав кефира отличался большей вариабельностью, чем у пробиотиков. Генов патогенности не обнаружено.

Во всех образцах кефира выявлен *Leuconostoc mesenteroides* – потенциальный биосорбент наночастиц пластика, усиливающий их выведение из организма. С учётом данных о вреде микропластика для репродуктивной системы и развития плода, присутствие *L. mesenteroides* в кефире указывает на его возможную дополнительную функциональную ценность.

Ключевые слова: метагеномное секвенирование, кишечная микробиота, кефир, пробиотики, микропластик.

ПОДБОР ЭФФЕКТИВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ДРОЖЖЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОБИОТИКОВ И БИОКАТАЛИЗАТОРОВ

Гуркина Е. С.*, Исаева В. С., Лаврова Д. Г.

Лаборатория Экологической и медицинской биотехнологии,
НИЦ «БиоХимТех», Тульский государственный университет,
г. Тула, ул. Ф. Энгельса, 157, 300012
**katya.filippova010197@gmail.com*

Органические носители, обычно используемые для иммобилизации, склонны к биодеградации, а использование неорганических гидрогелей из алкоксисиланов сопровождается выделением спиртов и формированием механического стресса, что приводит к гибели микроорганизмов. Так, разработка носителей, сочетающих биосовместимость и механическую прочность является актуальной задачей.

Проведен сравнительный анализ свойств биокатализаторов – иммобилизованных клеток *Ogataea polymorpha* VKM Y-2559 в аэрогеле наноцеллюлозы, агарозном геле и органосиликатных матрицах. Морфология биокатализаторов и жизнеспособность иммобилизованных дрожжей исследована методами сканирующей электронной и флуоресцентной микроскопии. Каталитическую активность и стабильность полученных биокатализаторов оценивали с помощью биосенсорного анализа. Все типы носителей обеспечивают иммобилизацию дрожжей с жизнеспособностью 70–90%. В зависимости от типа используемого носителя морфология биокатализаторов различается: аэрогели на основе наноцеллюлозы формируют развитую пористую сеть для удержания клеток, а органосиликатные матрицы – индивидуальные оболочки вокруг них. Каталитическая активность клеток в агарозе и наноцеллюлозе сохранялась до 2–5 дней, а в органосиликатах – до 7–9 дней.

Высокая выживаемость и пролонгированная активность, достигнутые для дрожжей, могут позволить применять аналогичные подходы для защиты бактерий в ЖКТ при разработке пробиотиков и их хранении. Регулируемая пористость и возможность формирования оболочек вокруг каждой клетки открывают путь к созданию пролонгированных пробиотиков и биокатализаторов для непрерывного ферментационного производства молочной кислоты и других метаболитов.

Ключевые слова: иммобилизация, *Ogataea polymorpha*, гибридные носители, наноцеллюлоза, пробиотики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № FEWG-2024-0003.

ПОИСК И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЖИРНЫХ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Нандышева А. А.[1]*, Баринова И. О.[2], Карпов Д. С.[2]

[1] Специализированный учебно-научный центр Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, г. Москва, 121352, Россия
[2] Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук, г. Москва, 119991 Россия
**angira.nandysheva@mail.ru*

Олеогенные дрожжи представляют интерес для микробиологии и биотехнологии благодаря способности накапливать значительные количества внутриклеточных липидов. При избытке углерода и ограничении доступного азота содержание липидов у некоторых представителей может превышать 20% сухой массы биомассы. Основную часть запасных липидов составляют триацилглицериды, что определяет перспективность олеогенных дрожжей как продуцентов микробных масел, жирных кислот, биотоплива и других продуктов биотехнологического назначения.

Перспективными природными источниками олеогенных дрожжей могут служить поверхности фруктов и овощей. Эпидермис растительных объектов содержит сахара, органические кислоты и влагу, а температура, влажность и кислотность на поверхности плодов могут существенно изменяться. Такие условия способствуют формированию разнообразных сообществ микроорганизмов и могут обеспечивать отбор штаммов, адаптированных к изменяющимся условиям среды. Среди дрожжей, выделяемых с растительных субстратов, встречаются представители родов *Rhodotorula, Candida, Debaryomyces, Yarrowia, Lipomyces, Saccharomyces* и других таксонов, отдельные представители которых характеризуются выраженной способностью к накоплению липидов.

В работе исследовали образцы кожуры и мякоти фруктов и овощей. Суспензии, полученные с поверхности плодов, а также фрагменты мякоти высевали на чашки Петри с агаризованной средой YPD, содержащей антибиотики, блокирующие рост бактерий, и инкубировали при 30 °C. Выросшие колонии оценивали по морфологическим признакам, после чего перспективные изоляты пересевали для получения чистых культур. Для видовой идентификации из дрожжевых клеток выделяли ДНК методом лизиса, амплифицировали участок *ITS1* рибосомальной ДНК методом ПЦР, продукты реакции анализировали электрофорезом в 1,5% агарозном геле и направляли на секвенирование по Сэнгеру.

Для предварительного скрининга потенциально жиронакапливающих изолятов использовали два независимых признака: способность клеточной массы к плавучести в растворах глицерина различной концентрации (10%; 15%; 20%) и интенсивность флуоресценции после окрашивания липофильным красителем Nile Red (Нильский красный) на олеогенной среде B. Полученные показатели

рассматривали как косвенные характеристики, позволяющие отобрать изоляты для дальнейшего количественного определения содержания липидов.

В результате выделено и идентифицировано более 20 дрожжевых изолятов, принадлежащих к родам *Rhodotorula, Debaryomyces, Yarrowia, Trichosporon, Meyerozyma, Sungouiella, Candida, Yamadazyma*. Наиболее выраженная способность к плавучести наблюдалась у изолята *Yarrowia lipolytica*, выделенного с мякоти авокадо, который сохранял плавучесть во всех исследованных концентрациях глицерина. У ряда других изолятов плавучесть проявлялась преимущественно при 20% глицерине. Наиболее интенсивное свечение после окрашивания Nile Red отмечено у изолятов *Debaryomyces hansenii* (мякоть мандарина), *Trichosporon* (мякоть авокадо), *Meyerozyma guilliermondii* (киви мякоть), *Rhodosporidium babjevae* (лист абрикоса) и *Rhodotorula glutinis* (мякоть шелковицы). При этом выраженность флуоресценции не всегда соответствовала результатам теста на плавучесть, что указывает на различия между используемыми косвенными показателями.

По результатам предварительного скрининга наибольший интерес для дальнейшего исследования представляют изоляты *Yarrowia lipolytica, Trichosporon, Rhodosporidium babjevae* и *Rhodotorula glutinis*, продемонстрировавшие выраженные признаки потенциального накопления внутриклеточных липидов по одному или обоим использованным критериям. Выделенные культуры планируется дополнительно исследовать с применением количественных методов определения содержания и состава липидов. Полученные результаты подтверждают перспективность растительных субстратов как источника дрожжей, обладающих потенциальной олеогенной активностью.

Ключевые слова: олеогенные дрожжи, биотехнология, липиды.

СОЗДАНИЕ ПРОДУЦЕНТА ГЛЮТЕНАЗЫ НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Полякова А. Н.[1 *], Черданцев И. А.[1], Сосновцева А. О.[1], Кулагин К. А.[1], Агапитова А. С.[2], Карпов Д. С.[1]

[1] Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук, Москва, 119991, Россия
[2] ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России, Москва, 119048, Россия
**polyakovaan@my.msu.ru*

Целиакия – аутоиммунное заболевание, характеризующееся атрофией ворсинок двенадцатиперстной кишки, вызванной фрагментами пищевого глютена – белка, присутствующего в пищевых продуктах, получаемых из пшеницы, ячменя, ржи [1], [2]. В настоящее время основным способом облегчения протекания целиакии и предотвращения ее осложнений является строгая пожизненная безглютеновая диета. Таким образом, актуально создание технологии получения безглютеновых пищевых продуктов, доступных для людей, страдающих непереносимостью глютена.

В работе использовали штамм *S. cerevisiae* W303 dURA. Дрожжевые культуры растили при 25° С на среде YPD и трансформировали с помощью электропорации [3] производными плазмиды pRS426 (pGAL+aga2+KUMA30[4]+tCYC) и выращивали в минимальной среде, содержащей 6,7 г/л YNB, 20 г/л глюкозы, 2 г/л смеси аминокислот в концентрации 100 мг/л, без добавления урацила. Молекулярное клонирование проводили с использованием хемокомпетентных клеток штамма XL1Blue («Евроген», Россия).

Активность фермента оценивали в модельной системе, содержащей пшеничный глютен (Sigma-Aldrich), где наблюдалось значительное снижение его содержания. Полученные два рекомбинантных штамма были использованы в качестве закваски при изготовлении экспериментальных образцов хлеба. Органолептические показатели готового продукта (объем, пористость, структура) значительно отличались от контрольного образца на пекарских дрожжах. В дальнейшем планируются работы по анализу содержания глютена в изготовленном хлебе.

Ключевые слова: целиакия, непереносимость глютена, глютеназа, дрожжи, *Saccharomyces cerevisiae*.

Список литературы

1. Wolf R. L.; Lebwohl B.; Lee A. R.; Zybert P.; Reilly N. R.; Cadenhead, J.; Amengual C.; Green P. H. R., Hypervigilance to a Gluten-Free Diet and Decreased Quality of Life in Teenagers and Adults with Celiac Disease. // Digestive diseases and sciences. – 2018. – Т. 63. – №. 6. – С. 1438–1448.

2. Caio G.; Volta U.; Sapone A.; Leffler D. A.; De Giorgio R.; Catassi C.; Fasano A., Celiac disease: a comprehensive current review. // BMC medicine. – 2019. – Т. 17. – №. 1. – С. 142.

3. Spasskaya D. S., Kotlov M. I., Lekanov D. S., Tutyaeva V. V., Snezhkina A. V., Kudryavtseva A. V., Karpov V. L., Karpov D. S. CRISPR/Cas9-mediated genome engineering reveals the contribution of the 26S proteasome to the extremophilic nature of the yeast *Debaryomyces hansenii.* // ACS Synthetic Biology. – 2021. – Т. 10. – №. 2. – С. 297–308.

4. Pultz I. S. Hill M., Vitanza J. M., Wolf C., Saaby L., Liu T., Winkle P., Leffler D. A. Gluten degradation, pharmacokinetics, safety, and tolerability of TAK-062, an engineered enzyme to treat celiac disease // Gastroenterology. – 2021. – Т. 161. – №. 1. – С. 81–93. e3.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ХИМОЗИНА ИЗ ДРОЖЖЕЙ *KLUYVEROMYCES LACTIS* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Мелешенко Валерия Максимовна[1*], Щербаков Дмитрий Николаевич[2], Беленькая Светлана Валерьевна[2], Савенцева Екатерина Алексеевна[2], Ельчанинов Вадим Валентинович[3]

[1] Новосибирский государственный университет
[2] ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул
[3] Отдел «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА, Барнаул
**meleshenkovaleriya@gmail.com*

Сыр невозможно выработать без молокосвёртывающего фермента, а более 96% потребности российских сыроделов закрывает импорт [1]. Отечественные препараты получают из сычугов телят, их выпуск упирается в доступность сырья. Нами получен рекомбинантный химозин: нетрадиционные дрожжи *Kluyveromyces lactis*, экспрессирующие ген химозина рукокрылых, выращивали на отходах пищевых производств – пермеате молочной сыворотки (70 г/л) и кукурузном экстракте (40 г/л). Фермент секретируется в среду, поэтому клетки разрушать не нужно, а хроматографию, обычную для таких схем [2], удалось исключить. Выделение свелось к центрифугированию, ультрафильтрации на 100 и 10 кДа, активации при pH 2,0–3,0 с нейтрализацией до 5,5–6,0 и розливу. Активность культуральной жидкости составила 1774 ± 90 у. е./мл; укорочение цикла с 7 до 5 суток. Из полученного препарата в СибНИИ сыроделия ФГБНУ ФАНЦА выработан полутвёрдый сыр по технологии «Плеяр», отвечающий ГОСТ 33630-2015.

Новизна заключается в объединении лактозоутилизирующего продуцента, вторичного сырья двух отраслей, проведена оценка экономической составляющей продукта при масштабировании и апробация в реальных условиях изготовления сыра под существующую технологию.

Ключевые слова: рекомбинантный химозин, *Kluyveromyces lactis*, нетрадиционные дрожжи, молочная сыворотка, кукурузный экстракт, ультрафильтрация, сыроделие.

Список литературы

1. Мусина О. Н., Гришкова А. В., Просеков А. Ю. К вопросу о самообеспеченности страны молокосвертывающими ферментами // Молочная промышленность. 2024. № 1. С. 24–27.
2. Akishev Z. [et al.] Obtaining of recombinant camel chymosin and testing its milk-clotting activity // Biology. 2022. Vol. 11, № 11. Art. 1545.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КЕФИРНЫХ ГРИБКОВ. КИНЕТИКА pH ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ ИНОКУЛЯТА К СРЕДЕ

Коваль Дарья Дмитриевна[1*], Алкадур Мохаммед Ибрахим[1]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (ФГАНУ «ВНИМИ»), Россия, Москва, Люсиновская улица, 35, корп. 7, 115093
**d_koval@vnimi.org*

Для разработки технологии непрерывного культивирования кефирных грибков требуется определение условий, при которых культура постоянно будет находиться в экспоненциальной фазе роста, что обеспечит наибольший прирост её биомассы. Одним из таких условий является pH, скорость снижения которого позволяет определить диапазон наиболее интенсивного кислотообразования и, как следствие, высокой метаболической активности культуры. Соотношение кефирных грибков и среды для культивирования – фактор, непосредственно влияющий на кинетику кислотообразования. Цель работы – определить диапазон значений pH, при котором скорость снижения pH максимальна при культивировании кефирных грибков в молоке в соотношениях 1:10, 1:20 и 1:30. pH регистрировали каждые 10 мин в течение 24 ч. При соотношениях кефирных грибков и молока 1:10, 1:20 и 1:30 значение pH 4,6, соответствующее началу кислотной коагуляции казеина, достигалось через 13,4; 20,6 и 23,4 ч соответственно. Независимо от соотношения кефирных грибков и молока максимальная скорость снижения pH наблюдалась в диапазоне pH 5,4–5,0 и составляла 0,133; 0,133 и 0,132 ед. pH/ч при соотношениях 1:10, 1:20 и 1:30 соответственно. Диапазон pH 5,4–5,0 может рассматриваться как потенциально соответствующий экспоненциальной фазе роста культуры, что в дальнейшем требует подтверждения путём оценки динамики прироста биомассы.

Ключевые слова: кефирные грибки, pH, кинетика подкисления, кислотообразование, непрерывное культивирование.

КОНТРОЛЬ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Баженова Екатерина Денисовна[1*]

[1] Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», г. Москва, ул. Люсиновская, 35, 7, 115093.
**e_bazhenova@vnimi.org*

Антибиотикорезистентность является глобальной проблемой общественного здравоохранения и продовольственных систем. Мобильность генов антибиотикорезистентности (ARG) обеспечивает их потенциальный перенос между патогенными и непатогенными бактериями. Поскольку при производстве кисломолочных продуктов применяются культуры молочнокислых микроорганизмов, мониторинг ARG культур является необходимым условием их безопасного применения [1]. Снижение риска антибиотикорезистентности требует комплексного контроля: рационального применения антибиотиков, соблюдения санитарных требований к воде, кормам, сырью и оборудованию [2]. Традиционную оценку безопасности следует дополнять мониторингом методами секвенирования нового поколения, позволяющим выявлять ARG, мобильные генетические элементы и изменения микробиоты при культивировании и хранении [2]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разграничение фонового присутствия ARG и риска их переноса к патогенным бактериям.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность; гены антибиотикорезистентности; молочнокислые микроорганизмы; мониторинг безопасности.

Список литературы

1. Бегунова А. В. Антибиотикорезистентность молочнокислых бактерий с пробиотическими свойствами / А. В. Бегунова, И. В. Рожкова // Молочная промышленность. – 2020. – № 9. – С. 48–49. – DOI 10.31515/1019-8946-2020-09-48-49.

2. Monitoring changes in the antimicrobial-resistance gene set (ARG) of raw milk and dairy products in a cattle farm, from production to consumption / A. Kerek, V. Nemeth, A. Szabo [et al.] // Veterinary Sciences. – 2024. – Vol. 11, no. 6. – Art. 265. – DOI 10.3390/vetsci11060265.

АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ

Бычкова Татьяна Сергеевна[1*], Пряничникова Наталия Сергеевна[1]

[1] Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к .7, 115093
**t_bychkova@vnimi.org*

Ухудшение экологической обстановки и постоянная психоэмоциональная нагрузка детерминируют неуклонное снижение резистентности организма к экзогенным воздействиям. В этой парадигме оптимизация питания переходит из элемента гигиенических норм в разряд активно действующих факторов управления здоровьем, как элемент превентивной медицины. Особый интерес представляют минорные компоненты пищи (нутрицевтики), способные выступать в роли физиологических модуляторов адаптационных процессов.

В то же время отдельные категории пищевой продукции, в частности кисломолочные продукты, обладают эндогенной антиоксидантной активностью [1], детерминируемой, в том числе, видовым составом применяемых заквасочных культур. Соответственно, концептуальной основой наших исследований является получение специализированной молочной продукции с заданными антиоксидантными характеристиками. В исследования рассматривались два принципа формирования антиоксидантного потенциала.

На основании проведенного анализа установлена зависимость влияния показателей биологической активности на антиоксидантный потенциал, что является базовым принципом его формирования. Проведенные исследования подтвердили самостоятельный антиоксидантный потенциал кисломолочных систем, находящийся в корреляционной зависимости от кислотообразующей, витаминсинтезирующей, глутатионсинтезирующей способности молочнокислых микроорганизмов, а также сформированного в процессе ферментации аминокислотного профиля [2].

Второй принцип базируется на том, что для усиления восстановительных свойств кисломолочных систем возможно применение различных биологически активных веществ. Однако сегодня активно развивается подход обогащения продуктов питания антиоксидантами, преимущественно растительного происхождения [3]. Основная их задача тормозить или устранять свободнорадикальное окисление органических веществ (перекисное окисление липидов). В институте проведены исследования по включению растительных источников антиоксидантов в кисломолочные системы в составе противолучевой добавки, направленной на повышение радиорезистентности живого организма [4].

Собственная антиоксидантная система организма способна ингибировать повреждающие воздействия, ликвидируя свободные радикалы за счет восстановленного глутатиона. Для поддержания врожденной антиоксидантной защиты

организма необходимо обеспечивать рацион адаптогенами. В работе в качестве адаптогенов совместно использовались оротат калия – источник оротовой кислоты и рибоксин.

На сегодняшний момент обоснованы рассмотренные принципы формирования антиоксидантного потенциала кисломолочной продукции и доказан положительный эффект от применения разработанных модельных кисломолочных систем в эксперименте *in vivo*, потенциал которых проявляется как результат реализации обоих принципов [5].

Ключевые слова: кисломолочная система, антиоксидантный потенциал, метаболитный профиль, антиоксидант, адаптоген.

Список литературы

1. Донская Г. А. Антиоксидантные свойства молока и молочных продуктов: обзор // Пищевая промышленность. – 2020. – №. 12. – С. 86–91.
2. Бычкова Т. С. Зависимость антиоксидантной активности кисломолочных продуктов от показателей биологической активности молочнокислых микроорганизмов / Т. С. Бычкова, Ю. А. Дягилева, Е. М. Крутина, Е. Ю. Агаркова // Молочная промышленность. 2025. № 4. С. 22–31.
3. Донская Г. А. Исследование радиопротекторного потенциала муки из масличных культур / Г. А. Донская, Т. С. Бычкова, Е. А. Юрова // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 86–92.
4. Бычкова Т. С. Оптимизация композиционного состава противолучевой добавки, повышающей радиорезистентность организма человека / Т. С. Бычкова, В. И. Карпов // Пищевая промышленность. 2024. № 11. С. 46–50.
5. Бычкова Т. С. Кисломолочная продукция с противолучевой добавкой как средство стабилизации антиоксидантного статуса организма / Т. С. Бычкова, Г. А. Донская, Е. М. Крутина, Ю. А. Дягилева // Пищевая промышленность. – 2024. – № 12. – С. 74–79.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИТРАТСБРАЖИВАЮЩИХ ЛАКТОКОККОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗАКВАСОК С ПОНИЖЕННОЙ ПОСТФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Дуганова Анна Юрьевна*, Рогов Григорий Новомирович,
Мамыкин Денис Станиславович, Масежная Елена Сергеевна

ВНИИМС-филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН,
г. Углич, Красноармейский б-р, д.19, 152613
**a.duganova@fncps.ru*

Цитратсбраживающий лактококк *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* (далее *L. diacetylactis*) представляет практический интерес благодаря цитратному метаболизму [1]. Однако его промышленное применение может быть ограничено постферментативным подкислением, избыточным газообразованием и деградацией структуры сгустка при хранении. Актуальность исследования определяется необходимостью целенаправленного подбора штаммов с прогнозируемым метаболическим профилем, обеспечивающим стабильность ферментированных молочных продуктов в процессе хранения. Научная новизна состоит в использовании многопараметрической кластеризации по совокупности технологически значимых критериев. Целью исследования являлась комплексная оценка технологических свойств коллекционных штаммов *L diacetylactis* и селекция перспективных изолятов для разработки заквасок прямого внесения с пониженной постферментативной активностью. Для решения проблемы проведено фенотипическое профилирование 11 штаммов по кислотообразующей, газообразующей, синеретической активности, вязкости и фагоустойчивости в условиях, моделирующих производство и хранение кисломолочной продукции [2, 3]. Данные обработаны методами кластерного анализа и ANOVA. Установлена чёткая дифференциация штаммов, наиболее выраженная – по постферментативному подкислению. Снижение вязкости у 90% культур указывает на целесообразность их комбинирования со структурообразующими штаммами *S. thermophilus* и *L. cremoris*. Отмечена высокая синеретическая активность (5,3–5,9 см³, CV 4,7%) и фагоустойчивость большинства исследованных изолятов. Кластерный анализ выделил три группы штаммов: для сыров (штаммы 203-5, 1-1-3), творога (штаммы 523-12-5, 586-4), сметаны и напитков (штаммы 813-1с, 914-1). Предложенная методология является эффективным инструментом скрининга и конструирования заквасочных консорциумов с заданными свойствами.

Ключевые слова: цитратсбраживающий лактококк, постферментативная активность, кластерный анализ.

Список литературы

1. Fusieger A. Technological properties of Lactococcus lactis subsp. lac-tis bv. diacetylactis obtained from dairy and non-dairy niches / A. Fusieger, M. C. F. Martins,

R. de Freitas, L. A. Nero, A. F. de Carvalho // Brazilian Journal of Micro-biology. 2020. Vol. 51(1). P. 313–321. https://doi.org/10.1007/s42770-019-00182-3.

2. Deshwal G. K. Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products / G. K. Deshwal, S. Tiwari, A. Kumar, R. K. Raman, S. Kadyan // Trends in Food Science & Technology. 2021. Vol. 109. P. 499–512. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.057.

3. De Melo Pereira G. V. A review of selection criteria for starter culture development in the food fermentation industry / G. V. De Melo Pereira, D. P. De Carvalho Neto, A. C. De O. Junqueira, S. G. Karp, L. A. J. Letti, A. I. Magalhães Júnior [et al.] // Food Reviews International. 2019. Vol. 36(2) P. 135–167. https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1630636.

БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОЙ ВУАЛИ ДЛЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛАКТОЗЫ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Карагузина Камила Руслановна*, Стойков Дмитрий Иванович

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Казань, ул. Кремлевская, д. 18, 420008
**karkaraguzina@kpfu.ru*

Электрохимические сенсоры крайне востребованы в экологии, здравоохранении и контроле качества благодаря низкой стоимости, высокой чувствительности и наличию потенциала к миниатюризации. Одним из ключевых представителей этого класса являются ферментные биосенсоры, преобразующие биохимическое взаимодействие с аналитом в измеримый электрический сигнал.

Особое место среди анализируемых биохимических маркеров занимает лактоза, основной дисахарид, содержащийся в молоке и молочных продуктах. Определение концентрации лактозы является критически важной задачей для пищевой промышленности. В последние десятилетия во всем мире фиксируется значительный рост числа людей, страдающих непереносимостью лактозы, обусловленной дефицитом или снижением активности лактазы в организме, из-за чего употребление даже небольших количеств лактозосодержащих продуктов может вызывать серьезные желудочно-кишечные расстройства. Традиционные инструментальные методы определения лактозы отличаются высокой точностью, но требуют дорогостоящего оборудования, длительной пробоподготовки и квалифицированного персонала, что делает их непригодными для экспресс-анализа. В этом контексте электрохимические биосенсоры представляют собой перспективную альтернативу.

Однако современные биосенсоры сталкиваются с проблемой иммобилизации ферментов: традиционные полимерные мембраны создают диффузионные барьеры и снижают каталитическую активность. Перспективным решением этой архитектурной проблемы служат углеродные материалы, например, углеродные вуали (УВ) – нетканые материалы, состоящие из тонких длинных углеродных волокон, хаотично ориентированных, образующих пористую структуру.

Для обеспечения высокой чувствительности и ускорения переноса электронов поверхность электрода, изготовленного из УВ, модифицировали пиллар[5]ареном (P[5]A). В разрабатываемой системе этот макроцикл координирует ионы серебра, восстанавливая их до металлической формы непосредственно на углеродных волокнах. Образующиеся наночастицы серебра (AgNPs) выступали в роли мощных электрокаталитических центров. Ключевой особенностью разработанной платформы является развитие концепции каскадного усиления сигнала путем реализации двойного каскадного механизма без использования дополнительных блокирующих сигнал связующих компонентов. В рамках этого каскада лактоза ферментативно расщепляется лактазой, а образующаяся глюкоза

мгновенно подвергается высокочувствительному неферментативному окислению на AgNPs.

Таким образом, в данной работе нами предложен гибкий вуалевый электрод, модифицированный композитом P[5]A/AgNPs/лактаза – ультракомпактный, масштабируемый и дешевый биосенсор, выступающий отличным кандидатом для внедрения в качестве портативного аналитического устройства для экспресс-мониторинга лактозы с наномолярным пределом обнаружения (3.2 нМ) в реальных образцах пищевой продукции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-73-10116, https://rscf.ru/project/25-73-10116/

Ключевые слова: лактоза, биосенсор, ферментный сенсор, углеродная вуаль, пиллар[5]арен.

НЕЙРОАКТИВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ – БИОМАРКЕРЫ СОСТОЯНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Краснова Ирина Станиславовна[1*], Ганина Вера Ивановна[2],

[1] ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, Волоколамское шоссе, д.11, 125080
[2] ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73, 109004
**ira3891@mail.ru*

Проведены исследования взаимосвязи между выживаемостью молочнокислых бактерий и содержанием нейроактивных метаболитов в сублимированном йогурте без и с добавлением 10% яблочного пюре в качестве криопротектора. Образцы йогуртов готовили термостатным способом с применением штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus debrueckii* subsp. *bulgaricus* HLB-8 и *Streptococcus thermophilus* HST-14, замораживали и подвергали сублимационной сушке. Температура сублимации составляла минус 20±2° С, а температура досушки – 38±2° С. Выживаемость молочнокислых бактерий определяли чашечным методом до и после сублимационной сушки. Содержание нейроактивных метаболитов – методом ВЭЖХ. Показано, что добавление яблочного пюре способствовало повышению выживаемости молочнокислых бактерий и влияло на содержание нейроактивных метаболитов в готовых продуктах. В йогурте без криопротектора отмечено снижение выживаемости молочнокислых бактерий до 43% и преобладание норадреналина (570–620 пмоль/г). В йогурте с яблочным пюре выживаемость молочнокислых бактерий была на 23–25% выше, чем в йогурте без криопротектора. Содержание серотонина и дофамина в сублимированном йогурте с пюре увеличилось до 120–130 и 350–360 пмоль/г соответственно. Выявлено, что применение криопротектора влияет на содержание нейроактивных метаболитов в сублимированном продукте. Определено, что содержание и состав нейроактивных метаболитов коррелируют с выживаемостью бактерий при изменении состава высушенного продукта. В связи с чем, предложено применять данный показатель для обоснования рациональных условий сублимационной сушки кисломолочных продуктов в условиях промышленного производства.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии; йогурт; нейроактивные метаболиты; сублимационная сушка; температура сублимации.

АВТОХТОННЫЕ МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ – ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ В МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ

Никитина Елена Владимировна[1*], Сунгатуллина Алия Рафаэлевна[1], Астахов Никита Михайлович[1], Киров Семен Сергеевич[1]

[1] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 68, 420015
**ev-nikitins@inbox.ru*

Актуальность исследования связана с глобальным трендом на функциональное питание и политикой РФ в области здорового питания. В работе проведён скрининг более 40 изолятов молочнокислых бактерий (МКБ) из природных источников Татарстана, выделено 6 перспективных штаммов. Скрининг и идентификация по 16 S РНК позволил выделить следующие штаммы: *Lactiplantibacillus plantarum* AG1, *Limosilactobacillus fermentum* AG8, *Lactiplantibacillus plantarum* AG9, *Lactiplantibacillus plantarum* AG10, *Lactiplantibacillus plantarum* AG15 и *Lacticaseibacillus rhamnosus* AG16. Исследование антимикробной активности в отношении *Escherichia coli Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 показало превосходство выделенных штаммов над известным пробиотиком *L. plantarum* 8PA3 [1]**.** Определены пробиотические качества клеток: штаммы проявили высокую антимикробную активность, штаммы AG8, AG9, AG10 и AG15 продемонстрировали значительную устойчивость по сравнению с эталонным *L.plantarum* 8PA3; штаммы не показали высокой гидрофобности, у штаммов AG9, AG10 и AG16 была средняя гидрофобность по сравнению с другими МКБ и референтным штаммом. Одинаковый процент автоагрегации в диапазоне от 21 до 27% наблюдался через 4 ч для всех изолятов, за исключением штамма AG9 (36% автоагрегации). Через 24 ч у штаммов AG1, AG9 и AG16 наблюдалось около 90% автоагрегации.

По технологическим свойствам на обезжиренном молоке они обеспечивали 8-часовое сквашивание, высокую численность (10^9 КОЕ/г), низкое постзакисление и повышенное содержание экзополисахаридов. Штаммы AG1 и AG10 формировали сгустки с лучшей влагоудерживающей способностью и вязкостью, AG10 – с оптимальной текстурой, AG15 – с излишней твёрдостью. Хочется отметить, что количество экзополисахаридов (ЭПС) в процессе хранения сквашенного обезжиренного молока в вариантах с новыми штаммами было выше [2]. Структурные различия гелей подтверждены электронной микроскопией [3]. Продукты с новыми штаммами показали высокую антиоксидантную активность (особенно AG9, AG10, AG15), наибольшее содержание фенолов – у AG8 и AG10, протеолитическую активность – у AG1. По интегральной оценке, лучшие результаты через 14 дней были у AG9 и AG10, что позволило выбрать для дальнейшего использования в закваскаx штаммы AG8, AG9, AG10.

В экспериментах in vivo на крысах отмечено улучшение усвоения корма (AG10), стимуляция иммунитета, повышение гемоглобина (AG9, AG10), снижение холестерина, триглицеридов и глюкозы, антиоксидантный эффект в печени. Изменения микробиома кишечника: снижение *Firmicutes*, *Staphylococcaceae*, *Clostridiaceae*, рост бутират-продуцирующих *Lachnospiraceae* и *Ruminococcaceae*, что коррелирует с улучшением липидного профиля и иммунных показателей.

Таким образом, МКБ, выделенные из природных источников Республики Татарстан, имеют пробиотические свойства, проявляющиеся в условиях in vitro. Получены объективные данные о положительной роли обезжиренного кисломолочного продукта в формировании здоровья млекопитающих, способности влиять на липидный обмен, иммунный статус, микробиом, выявлена антиоксидантная защита. В совокупности данные подтверждают пробиотический и системный положительный эффект новых штаммов, перспективных для создания функциональных кисломолочных продуктов. На основе полученных данных предположено, что данные штаммы МКБ в ансамбле заквасок могут оказать синергический эффект, создавая целевые функциональные продукты питания.

Ключевые слова: лактобактерии, кисломолочные продукты, функциональность, качество, микрофлора.

Список литературы

1. Gavrilova E., Anisimova E., Nikitina E., Yarullina D., Bogachev M., Kayumov A., Gabdelkhadieva A., Vafina A. Newly isolated lactic acid bacteria from silage targeting biofilms of foodborne pathogens during milk fermentation. // BMC Microbiology. – 2019. – T. 19. № 1. – P. 248.

2. Mikshina P., Kharina M., Sungatullina A., Petrova T., Sibgatullin T., Nikitina E. Influence of flaxseed mucilage on the formation, composition, and properties of ex-opolysaccharides produced by different strains of lactic acid bacteria // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol. 281. – P. 136092.

3. Sungatullina A, Petrova T, Nikitina E. Investigation on Fermented Milk Quality after the Addition of Flaxseed Mucilage and the Use of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and Lactiplantibacillus plantarum AG9. // Front Biosci (Elite Ed). – 2024. – V.16, N.2. – 11.

ПСИХОБИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗРАБОТАННОГО КОНСОРЦИУМА МОЛОЧНОКИСЛЫХ И ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ

Семенова Виктория Александровна[1*]

[1] ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35к7, 115093
** v_semenova@vnimi.org*

Микробиота кишечника человека выполняет ряд важнейших функций: поддержание здоровья организма, накопление энергии, защита эпителия от патогенов и регуляция иммунной системы организма. Также она влияет на физиологические, поведенческие и когнитивные функции мозга, что сформировало ось «микробиота–кишечник–мозг». Модулируют эту ось психобиотики – пробиотики, пребиотики, синбиотики и постбиотики, положительно влияющие на психическое здоровье человека. Одними из метаболитов, вырабатываемых микробиотой, являются короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), которые выполняют защитную роль в отношении патофизиологических процессов, связанных с психическими расстройствами [1]. В данном исследовании с использованием физико-химических методов была проведена оценка наличия психобиотического потенциала у разработанного консорциума молочнокислых и пробиотических бактерий по способности синтезировать КЦЖК. Показано, что монокультуры входящие в консорциум, увеличивали содержание бутирата до 27%. Анализ содержания ацетата в консорциуме показал аддитивное действие монокультур, входящих в ассоциацию. Пропионат не был обнаружен как в образцах монокультур, так и в консорциуме. Результаты указывают на потенциальные психобиотические свойства, которые требуют дальнейшего изучения *in vivo*.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, короткоцепочечные жирные кислоты, психобиотики.

Список литературы

1. Cheng Y., Liu J., Ling Z. Short-chain fatty acids-producing probiotics: A novel source of psychobiotics // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2021. – Т. 62. № 28. – С. 7929–7959.

АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ИНГИБИРОВАТЬ АКТИВНОСТЬ ГЛЮКОЗИДАЗЫ

М. Ю. Тюрин[1], С. В. Китаевская[1]

[1] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68, 420015
tyuris777@mail.ru, kitaevskayas@mail.ru

Распространенность нарушений углеводного обмена обуславливает поиск новых безопасных средств профилактики. Ингибирование ферментов, расщепляющих углеводы (в частности, глюкозидазы), является эффективным подходом к контролю уровня глюкозы. Молочнокислые бактерии с такой активностью представляют интерес для разработки функциональных продуктов питания. Цель работы – оценка способности штаммов молочнокислых бактерий ингибировать гликозидазу. Изучено 13 штаммов, видовая и родовая принадлежность которых была установлена с помощью полногеномного секвенирования на платформе Oxford Nanopore. Ингибирующую активность оценивали согласно [3]. В качестве субстрата выступал нитрофенил-гликопиранозид в калий-фосфатном буфере, ферментативную реакцию останавливали добавлением карбоната натрия (Na_2CO_3). Результаты показали, что все исследованные микроорганизмы (родов *Limosilactobacillus, Lactococcus, Latilactobacillus, Lentilactobacillus* и *Leuconostoc*) способны подавлять активность фермента. Максимальная ингибирующая активность выявлена у *Limosilactobacillus fermentum* KZN_LF3 (52,5%) и *Lactococcus lactis* SM1 (44,9%). Наименьший уровень ингибирования (29,7%) продемонстрировал *Leuconostoc mesenteroides* SM1. Таким образом, выделенные из молока штаммы проявляют высокую штаммоспецифичную активность в отношении гликозидазы, что делает их перспективными кандидатами для создания пробиотических заквасок с антидиабетическими свойствами.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, гликозидаза, ингибирующая активность, пробиотики, секвенирование.

Список литературы

1. Kwun S. Y., Bae Y. W., Yoon J. A., Park E. H., Kim M. D. Isolation of acid tolerant lactic acid bacteria and evaluation of α-glucosidase inhibitory activity. Food Sci Biotechnol. 2020 Jun 2; 29(8): 1125–1130. doi: 10.1007/s10068-020-00760-4. PMID: 32670666; PMCID: PMC7347726.

2. Соколова Л. К. Ингибиторы альфа-глюкозидазы в клинической практике. Вопросы и ответы // МЭЖ. 2018. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ingibitory-alfa-glyukozidazy-v-klinicheskoy-praktike-voprosy-i-otvety (дата обращения: 21.07.2026).

3. Tao Y. Rapid screening and identification of α-glucosidase inhibitors from mulberry leaves using enzyme-immobilized magnetic beads coupled with HPLC/MS and NMR / Y. Tao, Y. Zhang, Y. Cheng, Y. Wang // Biomedical chromatography. – 2013. – Vol. 27, no. 2. – P. 148–155.

ИНГИБИРОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИПАЗЫ ШТАММАМИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОЛОКА

М. Ю. Тюрин[1], С. В. Китаевская[1]

[1] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68, 420015
tyuris777@mail.ru, kitaevskayas@mail.ru

Ожирение и связанные с ним метаболические нарушения являются серьезной проблемой здравоохранения. Одним из путей снижения усвоения пищевых жиров выступает ингибирование панкреатической липазы. Использование штаммов молочнокислых бактерий для этих целей открывает перспективы создания функциональных продуктов для коррекции веса. Цель исследования – изучить способность молочнокислых бактерий, выделенных из молока, ингибировать активность липазы. Объектами послужили 13 штаммов, идентифицированных с применением секвенирования на платформе Oxford Nanopore. Оценку липазной ингибирующей активности проводили фотометрически по интенсивности пожелтения среды. Реакционная смесь содержала 10 мкл безбелкового экстракта, 90 мкл воды и 100 мкл липазы. Субстратом служил п-нитрофенилбутират (30 мкл). Установлено, что все тестируемые изоляты обладают способностью снижать активность фермента. Лидерами по уровню ингибирования липазы стали штаммы *Lactococcus lactis* SM1 (47,54%), SM2 (46,03%), *Limosilactobacillus fermentum* KZN_LF3 (45,70%). Наименьший эффект зафиксирован у *Leuconostoc mesenteroides* SM3 (35,16%). Полученные данные свидетельствуют о высоком биотехнологическом потенциале исследованных штаммов. Они могут служить основой при разработке специализированных пищевых продуктов и заквасочных культур, направленных на регуляцию липидного обмена организма.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, липаза, липидный обмен, ингибирующая активность, функциональные продукты, секвенирование.

Список литературы

1. Стародубова А. В., Кисляк О. А., Демидова Т. Ю., Никитин И. Г., Леонов Г. Е. Микробиом кишечника при ожирении: новые горизонты персонализированной медицины. Терапевтический архив. 2026; 98(2): 92–98. DOI: 10.26442/00403660.2026.02.203596.

2. Kim S., Lim S. D. Separation and Purification of Lipase Inhibitory Peptide from Fermented Milk by *Lactobacillus plantarum* Q180. Food Sci Anim Resour. 2020 Jan; 40(1): 87–95. doi: 10.5851/kosfa.2019.e87. Epub 2020 Jan 1. PMID: 31970333; PMCID: PMC6957449.

ПОСТГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Фоменко Олег Юрьевич[1*]

[1] ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7
**fomenych2001@mail.ru*

Нынешнюю эпоху можно охарактеризовать как эру функциональной геномики, метагеномики, транскриптомики и протеомики, совместно применяемых для решения прикладных задач по выявлению ключевой роли микроорганизмов в пищевых продуктах. Использование омиксных технологий даёт информацию о свойствах пищевых патогенов, устанавливает корреляцию между микробными сообществами и прогнозами их функционального состояния и приводит к разработке ферментированных продуктов с заданными функциональными свойствами [1].

Метагеномика открывает широчайшие возможности для изучения национальных кисломолочных продуктов. Кефирные грибки представляют собой сложное симбиотическое сообщество, видовой состав которого резко варьируется в зависимости ряда факторов [2], а его изучение возможно только методами метагеномики.

Таким образом, стремительное развитие молекулярно-генетических технологий позволяет оказывать влияние на качественный и количественный состав производимого животными молока, предсказывать функциональные свойства продуктов и решать многие другие задачи, необходимые для улучшения качества жизни человечества.

Ключевые слова: молочная продукция, микроорганизмы, кефирные грибки, метагеномика.

Список литературы

1. S. N. Nayak *et al*. Omics technologies to enhance plant based functional foods: an overview // Front. Genet. – 2021. – V. 12. – 742095. DOI: 10.3389/fgene.2021.742095.

2. B. D. González-Orozco *et al*. Invited review: Milk kefir microbiota – Direct and indirect antimicrobial effects // J Dairy Sci. – 2022. – V. 105. – № 5. – P. 3703–3715. DOI: 10.3168/jds.2021-21382.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТРАДИЦИОННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кремнёва М. К., Шестаков А. И., Щербакова П. А.

МГУ имени М. В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра микробиологии;
119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
**kremnevabio@gmail.com*

Микробный состав традиционных кисломолочных продуктов характеризуется значительным разнообразием, обусловленным различиями в способах изготовления и влиянием внешних факторов. Наибольший интерес представляют традиционные кисломолочные продукты, изготовленные в условиях домашних хозяйств без применения коммерческих заквасок. Выделенные из таких продуктов штаммы молочнокислых микроорганизмов потенциально можно использовать в пищевой промышленности для разработки заквасок для изготовления кисломолочных продуктов. При формировании заквасок требуются микроорганизмы с соответствующими технологическими характеристиками. Из различных регионов Российской Федерации было отобрано более 250 традиционных кисломолочных продуктов. С помощью классических микробиологических методов из продуктов было выделено 642 штамма молочнокислых микроорганизмов, которые были идентифицированы с помощью метода MALDI-TOF MS. Для 241 отобранных штамма были исследованы технологические характеристики: скорость кислотообразования, активная и титруемая кислотность, динамическая вязкость, постокислительная активность, чувствительность к антибиотикам, наличие роста при различных значениях pH и концентрациях NaCl. По результатам исследования было установлено, что проанализированные характеристики могут быть специфичными не только на уровне рода и вида, но и на уровне штамма, что обусловливает необходимость строгого отбора перспективных штаммов для разработки производственных заквасок.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, традиционные кисломолочные продукты, закваски.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАЛОГИЧНЫХ ДЕСАТУРАЗ *DEBARYOMYCES HANSENII*

Мельникова Софья Андреевна[1,2], Полякова Александра Никитична[3], Карпов Дмитрий Сергеевич[1]

[1] Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук, г. Москва, 119991 Россия
[2] Московский физико-технический институт, Московская область, г. Долгопрудный, 141700 Россия
[3] Центр молекулярной и клеточной биологии, г. Москва, 121205 Россия
**sonnata03@gmail.com*

Олеогенные дрожжи *Debaryomyces hansenii* – перспективные продуценты микробных масел и жирных кислот [1]. Их модификация требует корректной аннотации десатураз, поскольку ошибка в определении специфичности фермента может привести к непредсказуемому фенотипу.

Гены *DEHA2F03872g* и *DEHA2F24002g*, аннотированные в KEGG как Δ9-десатуразы, исследовали с использованием CRISPR/Cas9-мутантов. Анализ ГХ-МС показал: делеция *DEHA2F03872g* снижала C18:1 и повышала C16:0 и C18:0, что соответствует утрате Δ9-десатурации; инактивация *DEHA2F24002g*, напротив, приводила к накоплению C18:1 и снижению C18:2, указывая на Δ12-десатурационную функцию.

Оба белка сохраняют каркас мембраносвязанных десатураз, однако третий гистидиновый бокс DEHA2F03872p характеризуется мотивом HNFHH, а DEHA2F24002p – QNFHHE, сближающий последний с FAD2-подобными десатуразами. Филогенетический анализ выявил 3 клады: OLE1-подобные Δ9-, паралогичные Δ9- и FAD2-подобные Δ12-десатуразы. Полученные данные свидетельствуют о функциональной дивергенции гена *DEHA2F24002g*.

Общий уровень липидонакопления у мутантов не отличался от исходного штамма и оставался на уровне 21%. Результаты подчёркивают значение функциональной аннотации для выбора мишеней при создании штаммов *D. hansenii* с заданным жирнокислотным профилем.

Ключевые слова: *Debaryomyces hansenii*, Δ9-десатураза, Δ12-десатураза, десатуразы жирных кислот, CRISPR/Cas9, функциональная аннотация.

Список литературы

1. Yaguchi A., Rives D., Blenner M. New kids on the block: emerging oleaginous yeast of biotechnological importance // AIMS Microbiology. 2017. Vol. 3, No. 2. P. 227–247. DOI: 10.3934/microbiol.2017.2.227.

СРАВНЕНИЕ AOX1- И GAP-ОПОСРЕДОВАННОГО СИНТЕЗА ПРОХИМОЗИНА ТАКИНА ДРОЖЖАМИ *PICHIA PASTORIS*

Савенцева Екатерина Алексеевна[1,2*], Щербаков Дмитрий Николаевич[1,2]

[1] ФГБОУ ВО "Алтайский Государственный Университет", г. Барнаул, 656049
[2] Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Новосибирская область, р. п. Кольцово, 630559
ekaterina.belash1@gmail.com

Актуальность поиска химозинов с высокой молокосвёртывающей способностью, контролируемым протеолизом и термостабильностью обусловлена потребностью в ферментах для стабильного выхода и органолептики сыра. Создание дрожжевых продуцентов таких химозинов является важной задачей биотехнологии. Ранее был получен рекомбинантный химозин такина (*Budorcas taxicolor*) в *Kluyveromyces lactis*, обладающий ценными для сыроделия свойствами, включая пониженную термостабильность.

Сконструированы штаммы *Pichia pastoris* X33 (*Komagataella phaffii*) с геном прохимозина такина под контролем метанол-индуцируемого промотора AOX1 и конститутивного промотора GAP. Отбор клонов после электропорации проводили по молокосвертывающей активности при культивировании 192 ч при 28° С, 285 об/мин на средах BMMY (1% метанол каждые 24 ч.) и YPD (3% глюкоза).

При скрининге 17 AOX1-клонов активность варьировала от 0 до 479 УЕ/мл (среднее 268±127), среди 17 GAP-клонов – от 0 до 641 УЕ/мл (среднее 364±180). Наиболее продуктивный GAP-клон №15 был исследован дополнительно. Сравнение источников углерода показало превосходство глюкозы над глицерином и метанолом: 486, 109 и 47 УЕ/мл соответственно. При варьировании состава комплексной среды максимальная активность после 192 ч культивирования на 2% глюкозе достигла 1216 УЕ/мл, а сочетание 1% глюкозы и 2% глицерина обеспечило достижение значения 1392 УЕ/мл к. Таким образом, использование конститутивного промотора GAP обеспечивает более высокий выход прохимозина такина, чем использование индуцируемого AOX1 промотора.

Ключевые слова: химозин такина, *Pichia pastoris*, рекомбинантный белок, промотор AOX1, промотор GAP, молокосвертывающая активность.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект FZMW-2026-0005.

ЭКСПРЕССИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИРИОН-АССОЦИИРОВАННОГО ЛИЗИНА GP12 БАКТЕРИОФАГА *CURTOBACTERIUM* AYKA

Якимов Андрей Юрьевич[1,2*], Судакова Анастасия Ивановна[1,3],
Евсеев Петр Владимировнич[1,4], Левашов Павел Андреевич[2],
Мирошников Константин Анатольевич[1], Комаревцев Сергей Константинович[1]

[1] Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 16/10, 117997
[2] Химический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 11Б, 119234
[3] Российский биотехнологический университет, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, 125080
[4] Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова МЗ РФ, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 1, 117513
**andrey.yackimow@yandex.ru*

Бактерии *Curtobacterium flaccumfaciens* вызывают ржаво-бурую пятнистость зернобобовых культур. Использование антибиотиков и соединений меди для борьбы с этим фитопатогеном может негативно воздействовать на полезные симбиотические микроорганизмы, что определяет актуальность поиска селективных средств биозащиты растений. Перспективными кандидатами являются фаговые лизины – ферменты, разрушающие пептидогликан клеточной стенки бактерий. Новизна работы состоит в экспериментальном исследовании ранее не охарактеризованного вирион-ассоциированного лизина *gp12* бактериофага Ayka.

Ген *gp12* клонировали в экспрессионный вектор pEEva2 и экспрессировали в клетках *Escherichia coli* BL21(DE3)pLysS. Белок массой около 40 кДа преимущественно накапливался в форме тел включения. Активный фермент получали методом рефолдинга простым разбавлением солюбилизата в слабощелочных буферах при pH 7,5–8,5. Добавление глицерина или сахарозы повышало активность препаратов на 60–70%.

Максимальная активность *gp12* наблюдалась при pH 6,0 и отсутствии соли. Лизин проявлял активность в отношении 11 из 17 исследованных штаммов *Curtobacterium sp*., но практически не действовал на модельные микроорганизмы и *Bradyrhizobium japonicum*. Полученные результаты позволяют рассматривать *gp12* как перспективный компонент селективного биопрепарата для защиты зернобобовых культур от бактериозов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-74-00027, https://rscf.ru/project/25-74-00027/.

Ключевые слова: цитолитические ферменты, лизины, зернобобовые.

КОНСТРУИРОВАНИЕ КАРОТИНОИД-ПРОДУЦИРУЮЩЕГО МУТАНТНОГО ШТАММА НА БАЗЕ *RHODOCOCCUS QINGSHENGII* X5

Филиппова Анастасия Сергеевна[1*], Позднякова-Филатова Ирина Юрьевна[2], Нечаева Ирина Александровна[1]

[1] Лаборатория Экологической и медицинской биотехнологии НИЦ «БиоХимТех», ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, г. Тула, ул. Ф. Энгельса, 157, 300012
[2] Лаборатория молекулярной микробиологии, ФГБУН ФИЦ «Пущинский научный центр биологических исследований РАН», ИБФМ РАН, Московская область, г. Пущино, проспект Науки, 5, 142290
**stasya.filippova.01@gmail.com*

Каротиноиды представляют собой востребованные природные пигменты, антиоксиданты и провитамины, однако их промышленное получение лимитировано низкой продуктивностью диких штаммов и высокой себестоимостью химического синтеза, что делает поиск эффективных микробных продуцентов критически важной задачей пищевой биотехнологии. В рамках настоящей работы проводили генетическую модификацию углеводородокисляющего штамма актинобактерий *R. qingshengii* X5. В качестве доноров целевого гена использовали штаммы *R. qingshengii* X5 и *Gordonia amicalis* G2, из геномов которых методом ПЦР амплифицировали ген *dxs,* кодирующий 1-дезокси-D-ксилулозо-5-фосфатсинтазу – ключевой фермент, лимитирующий первый этап биосинтеза терпеноидов. Полученные ампликоны клонировали в мультиклональный сайт шаттл-вектора pMyCAv2, способного экспрессироваться в грамположительных бактериях. Отбор рекомбинантных клонов вели по устойчивости к гигромицину с последующей верификацией вставки методом ПЦР-скрининга клонов, после чего плазмидную ДНК выделяли и подтверждали наличие целевой вставки секвенированием. В результате были получены рекомбинантные векторы pMyCAv2-*dxs*(X5) и pMyCAv2-*dxs*(G2). На следующем этапе планируется их интеграция в клетки *R. qingshengii* X5 с последующей оценкой выхода пигментов. Количественное содержание суммарных каротиноидов планируется определять методами спектрофотометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Ключевые слова: каротиноиды, *Rhodococcus qingshengii*, ген *dxs*, метаболическая инженерия, шаттл-вектор pMyCAv2.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № FEWG-2024-0003.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУР УКСУСНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ – ПРОДУЦЕНТОВ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Барейко Анна Александровна*, Леонович Светлана Игоревна,
Сидоренко Анастасия Вячеславовна

Государственное научное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, ул. В. Ф. Купревича, 2, Республика Беларусь, 220084
**bareiko.hanna@gmail.com*

Бактериальная наноцеллюлоза (БНЦ) имеет широкий спектр перспективных применений в пищевой промышленности – от создания упаковочных материалов до использования в функциональных пищевых продуктах и системах доставки биоактивных соединений. Основными продуцентами БНЦ являются уксуснокислые бактерии (УКБ), преимущественно рода *Komagataeibacter*. Поскольку структурные и функциональные свойства БНЦ, определяющие возможности её применения в пищевой промышленности, в значительной степени зависят от штамма-продуцента [1, 2], выделение и характеристика новых штаммов УКБ имеет большое практическое значение. В качестве перспективного источника УКБ рассматриваются симбиотические ассоциации, в частности чайный гриб.

Цель работы – выделение и характеристика культур уксуснокислых бактерий – продуцентов БНЦ.

Из 8 образцов чайного гриба, полученных из домохозяйств Беларуси и Китая, выделено 6 культур УКБ, стабильных при поддержании в лабораторных условиях и синтезирующих БНЦ. На основании данных анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК выделенные бактерии отнесены к роду *Komagataeibacter,* видам *K. saccharivorans*, *K. hansenii*, *K. rhaeticus* и *Komagataeibacter* sp. При глубинном культивировании исследуемых культур УКБ в питательной среде Хестрина–Шрамма (HS) с различными источниками углерода установлено, что максимальная продукция БНЦ достигается при использовании глюкозы и глицерина в концентрации 2%.

Ключевые слова: уксуснокислые бактерии, биополимеры, бактериальная целлюлоза, *Komagataeibacter*, выделение чистых культур.

Список литературы

1. Comparative genomics of the *Komagataeibacter* strains – efficient bionanocellulose producers / M. Ryngajłło, K. Kubiak, M. Jędrzejczak-Krzepkowska [et. al] // Microbiology Open. – 2018. – Vol. 8. – Art. e731.

2. Flyurik E. A. *Medusomyces gisevii*: cultivation, composition, and application / E. A. Flyurik, O. S. Ermakova // Foods and Raw Materials. – 2023. – Vol. 11, № 1. – P. 152–161.

ПРИНЦИПЫ УСПЕШНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ФЕРМЕНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА ХИМОЗИНА

Трофимов Артём Валерьевич[1*], Романцева А. В.[1], Боровикова А. О.[1]

[1] ФИЦ Биотехнологии РАН Москва, Россия, 119071
**artem_trofimov_2003@list.ru*

Успешное масштабирование производства пищевых ферментов для создания воспроизводимых и экономически выгодных технологий для отечественных производителей является актуальной задачей биотехнологии. Важно учитывать: стоимость и доступность сырья, состав питательной среды, режим и способ подпитки культуры, требования к свойствам целевого продукта. В связи с существенными различиями между лабораторным и промышленным масштабами производств – задача по разработке качественной технологии масштабирования ферментации является актуальной как для лабораторных исследований, так и для промышленного производства пищевых ферментов.

Одной из перспективных платформ для получения пищевых ферментов являются метилотрофные дрожжи *Komagataella phaffi* (ранее классифицируемые как *Pichia pastoris*) [1]. В качестве объекта для отработки технологии ферментации *K. phaffi* в лабораторных условиях был выбран рекомбинантный химозин (EC 3.4.23.4) – молокосвертывающий фермент, который играет важную роль в процессе производства сыра и творога [2]. Целью настоящей работы является разработка принципов качественной технологии производства ферментов пищевого назначения на примере рекомбинантного химозина.

В ходе работы была успешно масштабирована технология ферментации рекомбинантного химозина с соблюдением ключевых параметров культивирования (состав питательной среды, температура, pH, способ подачи субстрата). Была проведена оценка динамики роста культуры, выхода белка и активности рекомбинантного химозина.

По итогам работы были сформулированы основные принципы успешного масштабирования процесса ферментации для применения на пищевом производстве в области молочной промышленности.

Список литературы

1. Pan Y. et al. Current advances of Pichia pastoris as cell factories for production of recombinant proteins // Frontiers in Microbiology. – 2022. – Т. 13. – С. 1059777.

2. Беленькая С. В. и др. Основные биохимические свойства рекомбинантных химозинов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – №. 4. – С. 315–326.

БИОПОЛИМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛИПОСОМАЛЬНЫХ ФОРМ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОНУТРИЕНТОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Галимова Алина Робертовна[1,2*], Антипова Анна Сержановна[1], Мартиросова Елена Игоревна[1], Зеликина Дарья Викторовна[1], Анохина Мария Сергеевна[1], Федулова Лилия Вячеславовна[2], Асланова Мариэтта Арутюновна[2], Утьянов Дмитрий Александрович[2], Семёнова Мария Германовна[1]

[1] Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, Москва, 119334
[2] Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Москва, 109316
**alinkamx79@gmail.com*

Разработка высокоэффективных и безопасных систем доставки эссенциальных микронутриентов является одной из ключевых задач пищевой биотехнологии, решение которой необходимо для создания специализированных и функциональных продуктов питания.

В данной работе на основе соевого фосфатидилхолина разработана липосомальная форма синергетических комбинаций гидрофобных и гидрофильных микронутриентов (витамин D_3, длинноцепочечные омега-3 ПНЖК, β-каротин, эвгенол, витамин С), которая инкапсулирована пищевыми биополимерами (казеином, казеинатом натрия, изолятом сывороточных белков молока, *хитозаном*) в их супрамолекулярный комплекс.

Для глубокого понимания характера взаимосвязи структурных и функциональных свойств супрамолекулярного комплекса были использованы следующие методы исследования: спектрофотометрия, лазерное рассеяние света в статическом, динамическом и электрофоретическом режимах; спектроскопия электронного парамагнитного резонанса, инфракрасная спектроскопия, трансмиссионная электронная микроскопия, метод TBARS, газовая и высокоэффективная жидкостная хроматография. Был разработан функциональный мясной продукт и проведена оценка сохранности компонентов супрамолекулярного комплекса как в процессе его производства, так и при его трансформации в модельных условиях пищеварительного тракта *in vitro* (статический протокол INFOGEST 2.0).

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (№ 26-16-00171) и Минобрнауки РФ (№ 125020701775-3).

Ключевые слова: эссенциальные микронутриенты, липосомы, пищевые биополимеры, инкапсулирование, функциональные продукты питания.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ ГЕНА *A. ANNUA CADS* В ГЕНОМ *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. ДЛЯ БИОСИНТЕЗА АРТЕМИЗИНИНА

Рахманов Бахтиёр Каримович[1]*, Буриев Забардаст Тожибаевич[1], Убайдуллаева Хуршида Абдуллаевна[1], Шерматов Шухрат Эрматович[1], Абдурахмонов Иброхим Юльчиевич[1]

[1] *Центр геномики и биоинформатики АН РУз, 111215 Ташкент, Узбекистан*
**bakhtiyor.rakhmanov@gmaill.com*

Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) является не только ключевой технической культурой для текстильной промышленности, но и важнейшим источником пищевого растительного масла и высокобелковых вторичных продуктов (шрота и шелухи). В контексте развития современной пищевой биотехнологии и концепции безотходного производства глубокая биотехнологическая переработка биомассы хлопчатника позволяет получать ценные пищевые ингредиенты, обогащенные белковые кормовые добавки для животноводства и биологически активные соединения, что открывает новые перспективы для продовольственной безопасности и индустрии.

Ограниченность природных ресурсов *Artemisia annua* и невысокий выход артемизинина обусловливают необходимость создания альтернативных растительных платформ. В представленном исследовании изучена возможность гетерологичной экспрессии ключевого гена биосинтеза сесквитерпеноидов *Aa-cADS* в биотехнологическом организме-реципиенте -хлопчатнике (*Gossypium hirsutum* L.). С помощью методов компьютерного моделирования (AlphaFold2, PyMOL, UCSF ChimeraX) проведен сравнительный анализ 3D-структуры и топологии активных центров ферментов аморфа-4,11-диенсинтазы (AaADS) и эндогенной кадиненсинтазы хлопчатника (GhCAD). Установленное высокое структурное сходство связывающих карманов подтвердило функциональную совместимость метаболического пути.

Перенос целевого гена осуществлен методом *Agrobacterium tumefaciens*-опосредованной трансформации с последующей регенерацией растений через соматический эмбриогенез. ПЦР-анализом и последовательным селективным отбором получены стабильные трансформантные линии Gh_ART2 и Gh_ART5. В результате проведенных исследований впервые в тканях созданных трансформантных линий хлопчатника был успешно синтезирован и получен артемизинин вместе с его предшественником артеаннуином В, что открывает перспективу использования хлопчатника в качестве высокоэффективного растительного продуцента ценных фармацевтических соединений.

Ключевые слова: *Gossypium hirsutum* L., *Artemisia annua*, ген *cADS*, биоинформатика, агробактериальная трансформация, соматический эмбриогенез.

Список литературы

1. Al-Khayri, Jameel M et al. “Biotechnological Approaches for Production of Artemisinin, an Anti-Malarial Drug from Artemisia annua L.” Molecules (Basel, Switzerland) vol. 27,9 3040. 9 May. 2022, doi:10.3390/molecules27093040.

2. Kiani, Bushra Hafeez et al. “Cellular engineering of Artemisia annua and Artemisia dubia with the rol ABC genes for enhanced production of potent anti-malarial drug artemisinin.” Malaria journal vol. 15,1 252. 4 May. 2016, doi:10.1186/s12936-016-1312-8.

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АРТЕМИЗИНИНА И В ТРАНСФОРМАНТНЫХ ЛИНИЯХ ХЛОПЧАТНИКА

Рахманов Бахтиёр Каримович[1]*, Буриев Забардаст Тожибаевич[1], Убайдуллаева Хуршида Абдуллаевна[1], Шерматов Шухрат Эрматович[1], Абдурахмонов Иброхим Юльчиевич[1]

[1]*Центр геномики и биоинформатики АН РУз, 111215 Ташкент, Узбекистан*
**bakhtiyor.rakhmanov@gmaill.com*

Биосинтез сесквитерпеновых лактонов в гетерологичных растительных системах является актуальным направлением медицинской биотехнологии. Настоящая работа посвящена физико-химическому и метаболомному исследованию геноинженерных линий хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.), полученных путем переноса гена *Aa-cADS* из Artemisia annua. Для проверки накопления целевых вторичных метаболитов экстракты тканей селекционированных трансформантных линий Gh_ART2 и Gh_ART5 проанализированы методом ультраэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией высокого разрешения (ВЭЖХ-МС). Обработка масс-спектрометрических данных подтвердила наличие хроматографических пиков и масс-спектров, идентичных стандартам артемизинина и его предшественника артеаннуина B. Впервые доказано, что в гетерологично трансформированных линиях хлопчатника успешно осуществлен биосинтез и получены целевые соединения артемизинин и артеаннуин B. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования хлопчатника в качестве новой платформы биосинтеза противомалярийных и онкопротекторных соединений.

Полученные результаты демонстрируют высокий потенциал использования биотехнологических подходов для повышения пищевой и кормовой ценности продуктов переработки хлопчатника. Модификация и оптимизация состава хлопкового масла, а также снижение содержания нежелательных метаболитов в шроте и шелухе позволяют эффективно адаптировать данные вторичные ресурсы как для создания функциональных продуктов питания человека, так и для производства высококачественных, safe-grade кормов в животноводстве.

Ключевые слова: метаболическая инженерия, артемизинин, артеаннуин B, ВЭЖХ-МС, *Gossypium hirsutum* L.

Список литературы

1. Han, Yiyang et al. “Integrated metabolomic and transcriptomic analysis reveals the coordinated regulatory mechanisms of artemisinin and flavonoid mediated by AaMYB8 in Artemisia annua.” International journal of biological macromolecules vol. 330, Pt 2 (2025): 147998. doi:10.1016/j.ijbiomac.2025.147998.

2. Chen, Minghui et al. “GLANDULAR TRICHOME-SPECIFIC WRKY 1 promotes artemisinin biosynthesis in Artemisia annua.” The New phytologist vol. 214,1 (2017): 304–316. doi:10.1111/nph.14373.

КОНСТРУИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ФЕРМЕНТОВ

Беляева Ю. В.

Тольяттинский государственный университет,
Самарская область, Тольятти, Белорусская ул., 14, 445020
kaf_ttp@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке концепции «ферментного конструктора» – системного подхода к применению ферментов для направленного изменения свойств пищевых продуктов. В отличие от традиционного использования ферментов как отдельных добавок, предлагаемый подход рассматривает их как универсальный инструмент управления тремя ключевыми параметрами пищи: текстурой и структурой, сроком хранения и пищевой ценностью. В статье систематизируются существующие ферментные системы, разрабатывается алгоритм подбора ферментов под заданные технологические цели и оцениваются экономические и экологические эффекты внедрения биокаталитических методов в пищевые производства.

Введение. Традиционное применение биокатализаторов в пищевой промышленности часто носит фрагментарный характер, ограничиваясь решением локальных задач. Концепция «ферментного конструктора» предлагает интегративную модель, где ферменты выступают модульными элементами для проактивного проектирования матрицы продукта. Подход базируется на трёх целевых векторах: (1) модификация текстуры и структуры (белки, полисахариды, липиды), (2) управление сроком хранения (антиоксидантные системы, натуральные консерванты), (3) оптимизация пищевой ценности (гидролиз антипитательных факторов, высвобождение биоактивных пептидов, повышение биодоступности микронутриентов).

Систематизация ферментных систем по целевым параметрам. *Текстура и структура.* Трансглутаминаза формирует ковалентные ε-(γ-глутамил)лизиновые сшивки, укрепляя гелевые сети и стабилизируя эмульсии. Протеазы осуществляют контролируемый гидролиз пептидных связей, корректируя реологию без потери функциональности. Липазы модифицируют сложноэфирные связи липидов, влияя на пластичность и температуру плавления жировых фаз. *Срок хранения.* Ферментативная генерация антимикробных пептидов и жирных кислот создаёт натуральные консервирующие системы. Оксидоредуктазы, включая алкогольдегидрогеназу (АДГ), стабилизируют окислительно-восстановительный баланс матрицы, защищая полифенолы и ненасыщенные липиды от окислительной порчи. *Пищевая ценность.* Протеазы инактивируют антипитательные вещества (лектины, ингибиторы протеаз) и высвобождают гипоаллергенные и биологически активные пептиды. Липазы катализируют синтез структурированных триглицеридов с оптимизированным жирнокислотным профилем. АДГ обеспечивает мягкую деалкоголизацию и модуляцию ароматического

профиля без термической деструкции термолабильных нутриентов, косвенно повышая биодоступность полифенолов.

Алгоритм подбора ферментов. Разработка «конструктора» требует последовательной логики:

1. Определение целевого параметра и технологических ограничений продукта.
2. Выбор субстрата и совместимого класса ферментов (гидролазы, оксидоредуктазы, лигазы и др.).
3. Оптимизация условий реакции (pH, температура, активность воды, наличие ингибиторов).
4. Оценка необходимости кофакторов (например, $NAD^+/NADP^+$ для АДГ) и интеграция систем их ферментативной регенерации.
5. Валидация безопасности, аллергенности и соответствия регуляторным нормам (ТР ТС 029/2012, EFSA/FDA).
6. Масштабирование с применением иммобилизации или целоклеточных биокатализаторов для рециклинга фермента.

Экономические и экологические эффекты. Внедрение биокаталитических методов снижает энергопотребление за счёт работы в мягких условиях, минимизирует химические отходы и обеспечивает соответствие тренду «clean label». Экологический эффект проявляется в сокращении углеродного следа, экономии водных ресурсов и переходе к принципам циркулярной биоэкономики. Основным технологическим барьером остаётся стоимость кофакторов для оксидоредуктаз и необходимость адаптации существующих линий под ферментативные протоколы.

Заключение. Концепция «ферментного конструктора» трансформирует ферменты из вспомогательных добавок в системный инструмент проектирования пищи. Интеграция протеаз, липаз, трансглутаминазы и АДГ позволяет одновременно оптимизировать структуру, стабильность и нутрицевтический профиль продуктов. Дальнейшее развитие подхода связано с биоинженерией ферментов, автоматизацией подбора каталитических каскадов и адаптацией под задачи персонализированного питания.

Ключевые слова: ферменты, конструирование свойств, АДГ.

Список литературы

1. Nielsen P. M., et al. Enzymes in food technology: Current applications and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2019, 18(5), 1302–1321. DOI: 10.1111/1541-4337.12478 | PMID: 31408298.
2. Kieliszek M., et al. Transglutaminase in food processing: Mechanisms and applications. *Food Chemistry*, 2020, 310, 125890. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125890.
3. Lopez P. J., et al. Lipase-catalyzed synthesis of structured lipids for functional foods. *Molecules*, 2021, 26(3), 689. DOI: 10.3390/molecules26030689 | PMID: 33572345.

4. Bornscheuer U. T., & Pohl. Engineering dehydrogenases for biocatalysis in food and beverage applications. *Biotechnology Advances*, 2020, 36(6), 1598–1608. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.08.007.

5. Gao L., et a. Alcohol dehydrogenase-mediated biotransformation for flavor engineering and dealcoholization in beverages. *Food Chemistry*, 2020, 373, 131456. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131456.

ПИЛОТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПИЩЕВЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОДУКТА НА ПРИМЕРЕ ХИМОЗИНА

Боровикова А. О.[1*], Волков И. Ю. [1], Морозкина Е. В.[1]

[1] ФИЦ Биотехнологии РАН Москва, Россия, 119071
**AleksandraOB@yandex.ru*

Разработка технологии получения белков и ферментных препаратов является актуальной задачей промышленной биотехнологии. Масштабирование лабораторного процесса очистки культуральной жидкости включает в себя факторы доступности оборудования с разной производительностью и подбор технологических параметров (pH, разбавление и концентрирование препарата, адсорбция белка на поверхности мембран), а также актуальных точек контроля для оценки количества и качества целевого продукта.

Тангенциальная хроматография является перспективным методом очистки белков, поскольку обладает рядом преимуществ: система легко масштабируется, характеризуется широким спектром возможных технологических параметров (скорость фильтрации, температура, пористость мембраны), низкими потерями, что дает возможность получения чистых концентрированных препаратов [1].

Химозин – молокосвертывающий фермент, играющий важную роль в процессе производства сыра. Химозин является перспективным модельным белком для отработки пилотной технологии масштабирования с использованием тангенциальной хроматографии, поскольку, несмотря на огромный пласт информации о свойствах и очистке фермента, получение отечественного препарата химозина все еще остается актуальной задачей [2].

Разработанная схема очистки препарата химозина быка из культуральной жидкости, включающая в себя последовательную фильтрацию на мембранах (1,4 мкм; 150 кДа, 15 и 8 кДа) на установке тангенциальной фильтрации, позволила получить препарат химозина с высоким выходом (75%), высокой степенью чистоты (более 95%) и высокой активностью (45 IMCU/мл).

Полученная технология имеет большое практическое значение и возможность применения на отечественных пищевых производствах.

Список литературы

1. Bonaccorso A., Leonardi A., Musumeci T., Pignatello R., Puglisi G. Tangential Flow Filtration Technique: An Overview on Nanomedicine Applications // Pharmaceutical Nanotechnology. – 2018. – № 6. – p. 48–60.

2. Беленькая С. В. и др. Основные биохимические свойства рекомбинантных химозинов (обзор) //Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – №. 4. – С. 315–326.

ВЛИЯНИЕ МУЛЬТИФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА *BACILLUS SUBTILIS* НА КАЧЕСТВО И АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОВСЯНОГО КВАСА

Бурнышева Татьяна Олеговна[1]*, Баракова Надежда Васильевна[1], Афанасенко Артем Евгеньевич[1]

[1]*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Санкт-Петербург, Россия*
**tatianamors@mail.ru*

Низкая биодоступность полисахаридов злаков ограничивает выход сусла и антиоксидантные свойства ферментированных напитков. Цель работы – оценка эффективности мультиферментного препарата, полученного при ферментации *Bacillus subtilis Ч-13* (α-амилаза + β-глюканаза) в технологии овсяного кваса. Препарат вносили при затирании. В сусле определяли выход; в квасе – титруемую кислотность [1], Антиоксидантную активность DPPH-методом [2] и FRAP-тестом [3]. Выход сусла увеличился на 25%. Кислотность снизилась с 13,5 до 5,7 см³ NaOH/100 см³ (в 2,4 раза), DPPH вырос с 1,2 до 8,2% (в 6,8 раз), FRAP остался неизменным (1,41 и 1,40 мМ-экв Fe^{2+}). Полученные результаты обусловлены гидролизом β-глюканов и высвобождением фенолов, переключающих метаболизм МКБ с гомо- на гетероферментативный путь [2, 3]. Препарат перспективен для функциональных напитков.

Ключевые слова: овсяный квас, *Bacillus subtilis*, мультиферментный препарат, антиоксидантная активность, β-глюканаза.

Список литературы

1. ГОСТ 6687.4-86. Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Метод определения кислотности.

2. Avelino F. Chapter 6 – 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) // Antioxidant Methods. – Academic Press, 2024. – P. 79–93. – DOI: 10.1016/B978-0-443-21591-9.00006-8.

3. Knez E., Kadac-Czapska K., Grembecka M. Evaluation of spectrophotometric methods for assessing antioxidant potential in plant food samples-a critical approach // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 11. – P. 5925. – DOI: 10.3390/app15115925.

БЕЗЛАКТОЗНАЯ И БЕЗГЛЮТЕНОВАЯ РАСТИТЕЛЬНАЯ БЕЛКОВАЯ ОСНОВА С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛИЯ И ФОСФОРА ДЛЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ

Шмырев Роман Владимирович

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24-26/49 литера А
Benderred@mail.ru

Пожилые люди в учреждениях долговременного ухода и пациенты с хронической болезнью почек (ХБП) характеризуются высокой распространённостью белкового дефицита (до 70%) [1]. Существующие белковые продукты часто содержат лактозу, глютен и избыточное количество калия и фосфора, ограничение которых является основой диетотерапии ХБП [2]. Целью работы являлась разработка технологии получения безлактозной и безглютеновой белковой основы из смеси изолятов горохового (70%) и рисового (30%) белка [3] с низким содержанием калия и фосфора при полном аминокислотном профиле. Технология включала щелочную экстракцию, изоэлектрическое осаждение, холодную промывку коагулята и низкотемпературную сушку. Основа содержала не менее 85% белка на сухое вещество (лимитирующая аминокислота – метионин и цистеин, скор 74%); калий снижен в 2,3 раза, фосфор – в 2,1 раза. На основе сырья разработаны рецептуры четырёх модульных продуктов для нутритивной поддержки при различных клинических состояниях.

Ключевые слова: растительный белок, безлактозное и безглютеновое питание, изоэлектрическое осаждение, хроническая болезнь почек, нутритивная поддержка, саркопения.

Список литературы

1. Погожева А. В., Дербенёва С. А., Богданов А. Р. Нутритивная недостаточность у пожилых пациентов // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 3. С. 14–23.
2. KDIGO CKD Work Group. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease // Kidney Int. 2024. Vol. 105, № 4S. P. S117–S314.
3. Boye J. I., Aksay S., Roufik S., et al. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates // Food Res. Int. 2010. Vol. 43, № 2. P. 537–546.

БАКТЕРИОЛИТИЧЕСКИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ БЕЛКОВЫЕ ФАКТОРЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ, ВОЗМОЖНОСТИ ИХ АКТИВАЦИИ БЕЗОПАСНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ

Левашов Павел Андреевич[1*], Климов Дмитрий Анатольевич[1]

[1] Химический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, г. Москва, РФ
**p.a.levashov@mail.ru*

В последние годы появилась новая информация о функционировании различных антимикробных белков млекопитающих и птиц [1]. Была открыта бактериолитическая активность подобная лизоцимной у интерлейкина-2, компонента С2 комплемента, трансферрина против разных бактерий [1–3]. Обнаружено, что бактериолитическая активность лизоцима и интерлейкина-2 существенно усиливается в присутствии добавок некоторых свободных аминокислот [3–4]. Высокая эффективность действия комбинации интерлейкина-2 и лизоцима с добавками аминокислот была показана на клинических образцах ультрапатогенной *Escherichia coli*, устойчивой к антибиотикам и образующей бактериальные плёнки [5]. Открываются блестящие перспективы для разработки новых подходов, альтернативных применению антибиотиков для лечения в случае бактериальных инфекций, включая антибиотикорезистентную инфекцию. Также для профилактики заболеваний могут применяться низкомолекулярные пищевые добавки, активирующие внутренние антибактериальные факторы организма. Доклад подготовлен при поддержке гранта Российского научного фонда № 25-26-00144 «Активация антибактериальных бактериолитических белков молока низкомолекулярными добавками».

Ключевые слова: лизоцим, интерлейкин-2, компонент системы комплемент С2, трансферрин, бактериолитическая активность.

Список литературы

1. Levashov P. et al. // Protein J – 2026 – V. 45 – P. 83–99.
2. Sedov S. et al. // Russ J Bioorg Chem – 2012 – V. 38 – P. 274–281.
3. Levashov P. et al. // Acta Naturae – 2017 – V. 9 – P. 82–87.
4. Rastriga N. et al. // Process Biochem – 2023 – V. 125. – P. 190–197.
5. Gizinger O. et al.// Int J Agric Biosci – 2024. – V. 13. – P. 753–762.

МУЛЬТИФЕРМЕНТНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ НОСИТЕЛЕЙ

Краевская Анна Геннадьевна – молодой ученый,
юрист в сфере здравоохранения. Член Московского общества медицинских генетиков. Эксперт СМИ. Специалист ПМГМУ им. И. М. Сеченова,
магистрант ФБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»

Научный руководитель: Изутина Светлана Викторовна,
кандидат наук ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»

Актуальность: Существующие биосенсорные системы (глюкометры, лактатные сенсоры, мультипараметрические анализаторы крови) ориентированы на определение единственного аналита и не позволяют проводить многопараметрическую диагностику в реальном времени. Отдельной нерешённой задачей остаётся биокаталитическая детоксикация – устройств, совмещающих детекцию с разрушением токсичных соединений (тяжёлых металлов, фосфорорганических соединений, нефтепродуктов), в промышленной и пищевой практике фактически не существует. Для пищевой отрасли это ограничивает возможности оперативного контроля качества и безопасности сырья и готовой продукции.

Цель исследования: разработка концепции мультиферментных биосенсорных платформ на основе иммобилизованных ферментных каскадов и природоподобных наноструктурированных носителей, обеспечивающих одновременное определение нескольких метаболитов и биокаталитическую детоксикацию контаминантов.

Материалы и методы. В основу подхода положена иммобилизация нескольких ферментов на биомиметических носителях с сохранением их нативной конформации и созданием многослойной архитектуры, обеспечивающей пространственную организацию ферментного каскада. Для повышения стабильности предлагается использование экстремофильных ферментов (термофильных, психрофильных, галофильных), устойчивых к экстремальным условиям среды. В качестве принципа детекции рассматривается электрохимическое преобразование сигнала: последовательное взаимодействие аналита с ферментами каскада формирует электроактивный продукт, регистрируемый электрохимическим преобразователем с последующим усилением и цифровым считыванием.

Результаты. Предложена архитектура биосенсорной платформы, включающая биочувствительный элемент с иммобилизованным ферментным каскадом, природоподобный наноструктурированный носитель и электрохимический преобразователь сигнала. Показано, что каскадная организация нескольких ферментов принципиально позволяет повысить точность и количество одновременно определяемых параметров по сравнению с одноферментными системами, а применение экстремофильных ферментов расширяет диапазон условий эксплуатации сенсора. Обоснована конструктивная возможность совмещения диагностической функции с биокаталитической детоксикацией целевых соединений в рамках одной платформы.

Научно-практическая значимость. Теоретическая значимость работы связана с развитием представлений о кинетике ферментных каскадов, механизмах стабилизации иммобилизованных ферментов и принципах организации биомиметических носителей. Практическая значимость определяется потенциалом применения разработанной платформы для портативных систем контроля качества и безопасности пищевой продукции, экологического мониторинга загрязнений в сырье и персонализированной диагностики метаболических показателей – направлений, актуальных для развития биотехнологий в пищевой промышленности.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ МОЛОКА В СОСТАВЕ ЭНТЕРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Сидорова Юлия Сергеевна, Петров Никита Александрович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, 109240, Москва, Российская Федерация
**sidorovaulia28@mail.ru*

Высокая биологическая ценность и биодоступность определяют широкое промышленное использование ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока (ФГКСБ) в качестве ингредиентов в составе специализированной пищевой продукции, в том числе для энтерального питания. Целью данного исследования было изучение физико-химических и органолептических показателей, а также биологической ценности ФГКСБ с разной степенью гидролиза и оценка перспектив их использования в составе рецептур продуктов энтерального питания для больных с нарушениями функций желудочно-кишечного тракта. Всего было исследовано 10 ФГКСБ, как полученных по разработанным нами схемам, так и коммерчески доступных образцов. Содержание белка в образцах определяли по методу Къельдаля. Молекулярно-массовое распределение пептидных фракций в составе гидролизатов исследовали методом ВЭЖХ. Степень гидролиза белка оценивали по отношению содержания аминного азота в полученном гидролизате к содержанию аминного азота в исходном белке. Биологическую ценность изучали в эксперименте на лабораторных животных. Оценивали внешний вид, цвет, запах, консистенцию, вкус, выставляли общую оценку.

По совокупности органолептических, физико-химических показателей, а также с учетом высокой биологической ценности, оптимальным для использования в составе рецептуры специализированного пищевого продукта для энтерального питания выбран гидролизат концентрата сывороточных белков молока со средней степенью гидролиза, полученный с использованием ферментного препарата Протозим Н.

Работа выполнена в рамках государственной темы № FGMF-2025-0011.

Ключевые слова: гидролиз, ферменты, белок, пептиды, органолептика, биологическая ценность.

КОМБИНИРОВАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ И БИОТРАНСФОРМАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ РЕШАЮТ ПРОБЛЕМУ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО МЯСА

Хохлова Татьяна Ивановна[1],[2]

[1] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва, Волоколамское шоссе, д.11, 125080
[2] Общество с ограниченной ответственностью «Фудсилаб», Московская область, г.о. Серпухов, г. Пущино, тер. СНТ «Опыт, 109, 142290
foodscilab@mail.ru

Современные подходы к решению проблемы белкового питания людей с минимальной нагрузкой на окружающую среду и без потери биологической ценности для человека сводятся к сложным технологическим решениям в виде выращенной искусственно мышечной ткани или снижением биологических и органолептических требований к продукту как в случае мяса из гороха. Оба подхода требуют значительных усилий и не имеют достаточной привлекательности в глазах людей.

В то же время существуют простые распространенные по всему миру технологии производства тофу и окары из соевых бобов, чей аминокислотный состав считается наиболее адаптированным к животным белкам. Соя богата клетчаткой, растительными маслами, двухвалентным железом. Однако технология производства тофу и окары приводит к потере водорастворимых витаминов, коротких пептидов и метаболитов. Двухвалентное железо в сое необратимо связано с фитиновыми кислотами.

Мясо животных идеально удовлетворяет биологические потребности человека, имеет более сложный химический состав с учётом минорных компонентов в виде коротких пептидов, низкомолекулярных продуктов обмена, более насыщенного жирнокислотного состава. Часть необходимых нутриентов мы также получаем от бактерий нашего кишечного микробиома (витамин В12, фолиевая кислота и т. д.). Все эти компоненты дают чувство биологического насыщения.

Обогащение тофу и окары витаминно-минеральным комплексом, добавление низкомолекулярных метаболитов, насыщенных растительных масел, обработка окары целлюлазами, а также засеивание культурой благородных плесеней для придания продукту волокнистой структуры позволит решить проблему качественного питания людей.

Ключевые слова: тофу, соевый белок, искусственное мясо, обогащённые продукты, биотрансформация.

ПЕРЕРАБОТКА ПАХТЫ КАК НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ

Станиславская Екатерина Борисовна, Богданова Екатерина Викторовна*, Берестовой Алексей Андреевич, Станков Денис Димитрович

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий,
РФ, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19, 394009
**ek-v-b@vsuet.ru*

Ситуация с продовольственной безопасностью в самой уязвимой категории социально значимых молочных продуктов – специализированном питании – является критической для нашей страны. Внутреннее производство по их отдельным категориям не превышает 10–15%, что создает угрозы не только продовольственной безопасности, но и здоровью населения РФ.

Увеличение выпуска сливочного масла в последние нескольких лет обусловило получение значительных объемов пахты – побочного сырья молочной отрасли, которая по составу и свойствам аналогична обезжиренному молоку, но содержит оболочечные вещества жировых шариков (комплекс фосфолипидов, белков и углеводов). Переработка пахты отвечает принципам ресурсосбережения и способствует обеспечению продовольственной безопасности населения страны.

Доказана эффективность фракционирования белков пахты с помощью микро-, ультра- и диафильтрации для получения концентрата с массовой долей белка более 75% от сухих веществ и не более 10,0% лактозы и 2,0% золы. Установлен фракционный состав его белков (*κ*-казеин + ангиогенин-2 – 0,66 мкг/см^3; *α*-лактальбумин + *β*-лактоглобулин + лизоцим + ангиогенин-1 – 12,39; α_{s1}-казеин – 1,69; *β*-казеин – 6,12; интерлейкин-1-альфа + остеопонтин – 4,96) для проведения анализа *in silico* и выбора ферментных препаратов, обеспечивающих получение пептидов с заданными свойствами. Комплекс биологически активных пептидов пахты может найти применение в различных отраслях пищевой промышленности при разработке специализированного питания.

Ключевые слова: пахта, мембранное фракционирование, концентрат белков, фракционный состав.

Финансирование: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 25-26-00739, https://rscf.ru/project/25-26-00739/.

БИОАКТИВНЫЕ КОЛЛАГЕНОВЫЕ ПЕПТИДЫ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПТИЦЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Кодесникова Т. Л.

Российский биотехнологический университет,
125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
dilora2003@mail.ru

Остеопороз и остеоартрит являются ведущими причинами инвалидности среди лиц старше 50 лет: по прогнозам, к 2050 году число пациентов в России может достичь 22 миллионов. Существующие коллагенсодержащие добавки не влияют на ключевое звено патогенеза – снижение активности остеобластов, а нативный коллаген плохо усваивается при заболеваниях ЖКТ и в пожилом возрасте. Актуальной задачей является разработка технологии получения низкомолекулярных пептидов коллагена с остеоанаболической активностью из вторичного сырья птицепереработки. Цель работы – идентификация in silico пептидных последовательностей с остеоанаболическим потенциалом, оценка их безопасности и определение параметров ферментативного гидролиза. Аминокислотные последовательности коллагенов Gallus gallus (типы I, II, VI) загружены из UniProt. Виртуальный гидролиз проведён с использованием BIOPEP-UWM и PeptideCutter с ферментами: коллагеназа Clostridium histolyticum, трипсин, химотрипсин, папаин. Токсичность и аллергенность оценены с помощью ToxinPred 3.0 и AlgPred 2.0. Идентифицированы пептиды NLLR (Asn-Leu-Leu-Arg, 514,6 Да) и QFYQ (Gln-Phe-Tyr-Gln, 584,6 Да), имеющие 75–100% гомологии с эталонными остеоанаболическими последовательностями, преимущественно из коллагена VI типа [1]. Оба пептида нетоксичны (PPV 0,105–0,366) и неаллергенны (ML Score 0,26–0,47) [2]. Оптимизированы условия гидролиза: коллагеназа Cl. histolyticum (0,3%) + трипсин (0,25%) в бикарбонатном буфере (pH 7,5, 37° C, 4–6 ч, Ca^{2+} 0,36–1,0 мМ), обеспечивающие выход низкомолекулярной фракции (<10 кДа) до 5% от массы сырья [3, 4]. Полученный пептидный комплекс характеризуется высокой биодоступностью и может служить функциональным ингредиентом для профилактики остеопороза и остеоартрита [5]. Технология ориентирована на импортозамещение и глубокую переработку вторичных ресурсов птицеперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: коллаген, остеоанаболические пептиды, ферментативный гидролиз, функциональное питание, вторичное сырьё птицепереработки.

Список литературы

1. Minkiewicz P., Iwaniak A., Darewicz M. BIOPEP-UWM Database of Bioactive Peptides: Current Opportunities // International Journal of Molecular Sciences. 2019. Vol. 20, № 23. P. 5978.

2. Современные методы компьютерного прогнозирования токсичности и аллергенности пептидов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 2. С. 112–120.

3. Paul C., Leser S., Oesser S. Collagen peptides as modulators of bone and cartilage metabolism // Nutrients. 2018. Vol. 10, № 9. P. 1203.

4. León-López A., Morales-Peñaloza A., Martínez-Juárez V.M. et al. Bioactive peptides from collagen hydrolysates: a review // Molecules. 2021. Vol. 26, № 24. P. 7492.

5. Функциональные пищевые ингредиенты для здоровья опорно-двигательного аппарата: обзор технологий и эффективности применения // Пищевая промышленность. 2023. № 5. С. 42–49.

НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ КОЛЛАГЕНА В КОМПЛЕКСЕ С ГЛИКОЗАМИНОГЛИКАНАМИ, ДОПОЛНЕННЫЕ ВИТАМИНАМИ И МИНЕРАЛАМИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ

Егоров Александр Евгеньевич[1], Шеховцов Павел Владимирович[1], Пашовкин Тимофей Николаевич[2], Лауринавичюс Кестутис Сергеяус[3], Николаева Тамара Ивановна.[1]

[1]Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, 142290, г. Пущино, Московская обл., ул. Институтская, 3
[2]Институт биофизики клетки РАН, 142290, г. Пущино, Московская обл., ул. Институтская, 3
[3]Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, 142290, г. Пущино, Московская обл., ул. Институтская, 5
e-mail: pavsheck@yandex.ru

Артриты и артрозы суставов, разрушения межпозвонковых дисков в позвоночнике являются распространенными хроническими заболеваниями. По данным Минздрава РФ, болезнями соединительных тканей суставов страдают более 30 млн. человек в нашей стране.

Фармакологическими средствами болезни опорно-двигательного аппарата с трудом поддаются лечению. Применяемые способы лечения имеют много недостатков.

Лечение болезней опорно-двигательного аппарата человека лекарствами неэффективно по причине разрушения коллагеновых фибрилл и протеогликанов [1].

Проблема восстановления суставов относится к поиску безопасных пептидных биорегуляторов для нормализации функций хрящевой ткани. Одним из перспективных решений этой проблемы является получение гидролизованного коллагена, содержащего короткие пептиды коллагена, в комплексе с низкомолекулярными гликозаминогликанами. Низкомолекулярные пептиды коллагена и гликозаминогликаны легко усваиваются в желудочно-кишечном тракте и поступают в клетки. Короткие пептиды коллагена могут выполнять как строительную, так и регуляторную функцию, влияя на функции нейроэндокринной и иммунной систем. Для укрепления суставов требуется строительный материал из элементов таких же тканей. Витамины и минералы необходимы как активаторы ферментов при образовании новых тканей.

Поиск природных лекарственных средств, способных оказывать биофармацевтическое действие на суставы, привел нас к созданию нутриентов, полученных из компонентов соединительных тканей сельскохозяйственных животных. Клинические испытания в ряде стран показали, что течение болезни при остеоартрозе облегчается после применения пептидов коллагена и витамина С [2]. Приёмом нутрицевтиков можно стимулировать в клетках биосинтез макромолекул соединительных тканей, нарушенный в результате болезней.

Эффективность нутриентов возрастает, если в их состав входят определённые витамины, микро- и макроэлементы.

Гидролизованный коллаген мы получаем из хрящевой ткани. Гомогенизация позволяет получить частицы, содержащие коллагеновые фрагменты минимального размера. Денатурация позволяет развернуть спиральную структуру коллагена, при этом молекула коллагена становится более доступной для действия фермента. Биокаталитический метод способствует сохранению структуры ингредиентов матрикса.

Используемый подход к получению гидролизатов коллагена включает ультразвуковую гомогенизацию для разрушения внеклеточного матрикса хрящей. Сочетание гомогенизации с ферментативным гидролизом протекает при температуре T=70^{o} C, денатурирующей коллаген в хрящах. Размеры пептидов регулируются как условиями гидролиза, так и концентрацией карипазима.

Основные полученные результаты: молекулярные массы пептидов при концентрации карипазима 10% находятся в интервале 190 – 380 Da. Пептиды содержат преимущественно два – три (2–3) аминокислотных остатка. Такие ультракороткие пептиды легко усваиваются в ЖКТ, поступают в кровеносную систему и клетки. Возможен биосинтез матрикса клетками хондроцитами под влиянием витаминно-минерального комплекса (ВМК), который был получен на основе бурых морских водорослей фукус и аскофиллум. В состав нутрицевтика входят гидролизат коллагена типа II, специфичный витаминно-минеральный комплекс.

Новизна:

1. Получены ультракороткие пептиды коллагена типа II из природного сырья: гиалиновых хрящей.
2. Добавлены витамины и минералы, специфичные для активизации ферментов и образования внеклеточного матрикса хрящей.

Актуальность: до настоящего времени не разработаны биологические лекарственные средства для профилактики и лечения суставов в России и за рубежом. США и Западная Европа создают ультракороткие пептиды из синтетических аминокислот [3]. В Китае, Японии, Южной Корее короткие пептиды коллагена получают из кожи рыб, которые отличаются по аминокислотному составу от тканей хрящей, содержат меньше альдегидных групп, необходимых для образования прочных межмолекулярных связей.

Ключевые слова: коллаген типа II, ультракороткие пептиды, витамины и минералы, суставы, артриты и артрозы.

Список литературы

1. Клиническая ревматология, 2005. Под ред. В. И. Мазурова. СПб.: Фолиант. 520 с.
2. Lopez H. L., 2012. Amer. Acad. Physic. Med. Rehab. V.4. P. S155–S168.
3. Apostolopoulos V., Bojarska J., Chai T.-Th. et al. A Global Review on Short Peptides: Frontiers and Perspectives. Molecules, 2021. Review**.** V. 26**(**2), 1–45.

ПОЛУЧЕНИЕ НУТРИЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ БИОМАССЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Базарнова Юлия Генриховна, Балабаев Алексей Александрович,
Левчук Ольга Романовна

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д. 29 литера Б

Создание безопасных и качественных функциональных пищевых ингредиентов и продуктов питания является стратегически важной задачей. Организм человека не способен к самостоятельному биосинтезу каротиноидов и получает их только в составе пищи. Дефицит витамина А (ретинола) составляет около 10–30%. Биосинтез ретинола в организме человека осуществляется при расщеплении центральной части молекул каротиноидов ферментом 15-15'-монооксигеназой при участии коферментов NADH и NADPH с образованием ретиналя. Каротиноиды относятся к полиеновым изопреноидам терпенового ряда, преимущественно тетратерпенам, и подразделяются на каротины и ксантофиллы. Уникальным источником каротинов и ксантофиллов, проявляющих широкий спектр физиологической активности, являются микроводоросли *Chlorella*. В настоящее время широко используются промышленные штаммы *Chlorella vulgaris*, обладающие устойчивостью к абиотическим факторам окружающей среды и способностью к быстрому накоплению биомассы. Проведены исследования влияния абиотических факторов на накопление каротиноидов в культуре *Chlorella vulgaris* [1]. Изучен композиционный состав комплекса каротиноидов *Chlorella vulgaris* BIN, который включает лютеин (53,9%), виолоксантин (5,3%), кантаксантин (3,3%), β-каротин (13,3%), астаксантин (6,7%), зеаксантин (11,9%), а также изомерные формы β-каротина и лютеина (5,9%). Разработана технология получения каротиноидов и способ их микрокапсулирования [2,3]. В эксперименте *in vivo* изучена противоопухолевая активность выделенных каротиноидов *Chlorella vulgaris* BIN при сопроводительной терапии карциномы Эрлиха препаратом Цисплатин ЛЭНС [4].

Ключевые слова: нутрицевтические комплексы, каротиноиды, микроводоросли, противоопухолевая активность.

Список литературы

1. Базарнова Ю. Г. Влияние освещенности на кинетику роста и накопление хлорофилла в биомассе Chlorella vulgaris / Ю. Г. Базарнова, А. А. Балабаев, А. О. Медведева, Д. А. Черникова, К. В. Воробьев // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 73. – №. 1. – С. 92–100.

2. Шлыкова А. Н. Получение каротиноидных пигментов из микроводорослей Chlorella / А. Н. Шлыкова, А. А. Балабаев, Е. В. Трухина, Ю. Г. Базарнова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2020. – №. 3. – С. 20–37.

3. Патент № 2779099 Российская Федерация, МПК A23P 10/30. Способ получения микрокапсулированных каротиноидов микроводорослей Chlorella vulgaris: заявл. 29.12.2021: опубл. 31.08.2022 / Базарнова Ю. Г., Балабаев А. А., Радченко И. Л. – Бюл. № 25. – 9 с.

4. Базарнова Ю. Г. Влияние каротиноидов Chlorella vulgaris на противоопухолевый эффект у мышей линии BALB/c на модели карциномы Эрлиха при лечении препаратом Цисплатин-ЛЭНС / Ю. Г. Базарнова, А. А. Балабаев, Е. И. Почкаева, Ю. Г. Змитриченко, Г. В. Точильников // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 74. – №. 6. – С. 100–107.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТОВ *A. PLATENSIS* В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Бирюлина Надежда Александровна[*1], Кобелькова Ирина Витальевна[1]

[1] *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Москва, Российская Федерация*
**biryulina_nadezhda@mail.ru*

В качестве перспективного ингредиента в составе специализированной пищевой продукции в периоды восстановления после истощающей физической нагрузки могут быть эффективно применены экстракты и концентраты белков пищевой цианобактерии *A. Platensis*. Род *Spirulina (Arthrospira)* выделяется среди других родов цианобактерий и микроводорослей благодаря своей высокой пищевой ценности, составляя более 30% мирового биотехнологического производства биомассы этих микроорганизмов.

Проведен эксперимент *in vivo* по сравнительной физиолого-биохимической оценке эффектов самой биомассы *A. platensis* и ее экстрактов на крыс-самцов линии Вистар после истощающей физической нагрузки на беговой дорожке. В ходе эксперимента проводили оценку прироста массы тела, поедамости исследуемых экстрактов, тревожности в тесте ПКЛ. В начале, середине и по окончании эксперимента проводили биоимпедансметрию. Было сформировано 5 групп животных (n=10). Моделировали истощающую физическую нагрузку на «Беговой дорожке» и оценивали ряд биохимических показателей.

Беговые тренировки с истощающей нагрузкой не оказывали влияния на общие биохимические показатели сыворотки крови. При этом беговая нагрузка приводила к достоверному истощению запаса норадреналина, которое приводило к статистически значимому выбросу адреналина. Введение в рацион биомассы *A. platensis* и ее экстрактов нивелировало отрицательное воздействие истощающей физической нагрузки на организм животного.

Работа проведена за счет средств государственного задания № FGMF-2025-0017.

Ключевые слова: *A. platensis, экстракция, стресс, беговая дорожка, катехоламины*.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ СОЕВОЙ СЫВОРОТКИ И МИКРОВОДРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS*.

Толокнова Анастасия Алексеевна[1*]

[1]*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) – филиал ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, ул. Самокатная, 4Б, 111033*
**nastyatolk1908@mail.ru*

Сегодня в России почти отсутствуют комплексные биотехнологии, в которых рационально сочетаются переработка нескольких видов растительного сырья, такого как вторичное сырье производства соевых продуктов (соевая сыворотка) и микроводоросль хлореллы, как источник уникального комплекса биологически активных веществ – белка, комплекса ненасыщенных жирных кислот, витаминов и минералов. При создании ферментированного напитка на основе соевой сыворотки с хлореллой важно разработать основы, содержащие обоснованную дозировку хлореллы, и подобрать консорциум пробиотических бактерий с высоким титром, обеспечивающий биологическую трансформацию трудноусваиваемых компонентов соевых бобов [1, 2].

Разработана основа ферментированного напитка: 3% порошок *Chlorella vulgaris,* разбавленный соевой сывороткой. Консорциум (молочнокислые бактерии с протеолитической активностью > 2,2 ед./см³ и пропионовокислые бактерии) повышает антиоксидантную активность сыворотки до 181 мг/дм³ и снижает содержание аллергенных белков. Ферментация обеспечивает биоконверсию олигосахаридов в изофлавоновые агликоны, повышая усвояемость БАВ; содержание витамина K_2 возрастает с 15,5 до 21,3 мкг/г. Результаты применимы для разработки биотехнологии напитков и оценки биологической ценности продуктов с соевой сывороткой.

Исследование выполнено в рамках государственного задания FGMF-2025-0012.

Ключевые слова: ферментированный напиток, хлорелла, соевая сыворотка, пробиотики.

Список литературы

1. Скрипко О. В. Использование соевой сыворотки для приготовления безалкогольных напитков функционального назначения / О. В. Скрипко // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 5 (170).

2. Толокнова А. А. Проблемы и перспективы использования микроводоросли *Chlorella* в пищевой промышленности в качестве источника биологически активных веществ / А. А. Толокнова, Г. С. Волкова, Е. В. Куксова, Е. М. Серба // Пищевая промышленность. – 2026. – № 7. – С. 126–132. – DOI 10.52653/PPI.2026.7.7.023.

ФУКОИДАН КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ЗАГУСТИТЕЛЕЙ

Белозерова Марина Юрьевна*, Зверева Ольга Владимировна,
Корнеева Ольга Сергеевна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19
**Belozyorova.marina@bk.ru*

Фукоидан – сульфатированный полисахарид бурых водорослей, перспективный для комплексной переработки морского сырья [1]. Актуальность работы определяется поиском возобновляемых источников пищевых гидроколлоидов. Рассмотрены два направления его использования: получение альгината из бурых водорослей, содержащих фукоидан, и применение фукоидансодержащих фракций как углеродного сырья при микробиологическом синтезе альгината бактериями. Новизна подхода состоит в комплексном использовании одного вида водорослевого сырья для получения загустителя разными биотехнологическими путями. Фукоидан также способен взаимодействовать с другими полисахаридами в композиционных системах, в присутствии сшивающих ионов формируются гелевые структуры [2]. Это расширяет возможности создания функциональных пищевых загустителей и более полного и безотходного использования бурых водорослей.

Ключевые слова: фукоидан, альгинат, пищевые загустители, бурые водоросли, гелеобразование.

Список литературы

1. Клиндух М. П., Облучинская Е. Д. Сравнительное исследование химического состава бурых водорослей Fucus vesiculosus и Ascophyllum nodosum // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 3. С. 466–471.

2. Wang N. [et al.] Role of metal chlorides in the gelation and properties of fucoidan/κ-carrageenan hydrogels // International Journal of Biological Macromolecules. 2023. Vol. 242. Art. 124763. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2023.124763.

АДАПТОГЕНЫ В ПИЩЕ БУДУЩЕГО: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАНАКСОЗИДОВ

Тарасюк Анна Константиновна[1*], Жничкова Елена Григорьевна[1]

[1] Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», г. Москва, ул. Грина, д. 7, стр. 1, 117216
**annatarasyuk011201@gmail.com*

В последние десятилетия пищевая промышленность активно смещается в сторону продуктов, способных не только утолять голод, но и оказывать регулирующее влияние на физиологические процессы. Адаптогены – это уникальные природные вещества, которые помогают организму адаптироваться к стрессу и поддерживать метаболические функции [1].

Женьшень (*Panax ginseng*) является одним из самых известных растений-адаптогенов и уже более тысячи лет используется в традиционной медицине. Его биологическая активность обусловлена содержащимися в корнях тритерпеновыми гликозидами. Панаксозиды обладают не только адаптогенными, но и антидиабетическими, противораковыми и кардиопротекторными эффектами [2]. Однако корни женьшеня характеризуются вариабельностью состава, медленным ростом и зависимостью от экологических условий, что создаёт препятствия для создания стандартизированных пищевых добавок и обогащённых продуктов.

Применение каллусных культур женьшеня позволяет выращивать биомассу в полностью контролируемых условиях биореакторов. Такая система обеспечивает стабильный и быстрый (3–6 недель) выход панаксозидов, независимо от сезона и географического происхождения.

Проведена работа по выделению каллусной культуры женьшеня и накоплению вторичных метаболитов. В результате исследования были получены каллусные линии, накапливающие панаксозиды на уровне 3-5% от сухой массы.

Ключевые слова: женьшень, панаксозиды, каллусные культуры, гинзенозиды, адаптогены.

Список литературы

1. Irfan M. et al. Adaptogenic effects of Panax ginseng on modulation of cardiovascular functions // Journal of Ginseng Research. 2020. Vol. 44. P. 538–543.

2. Loo S. et al. Decoding the Cure-all Effects of Ginseng // bioRxiv. 2023. P. 53–57.

ПОЛИГИДРОКСИБУТИРАТ – БИОСОВМЕСТИМЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БИОСЕНСОРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Гуркин Г. К.*, Ефремов А. М., Арляпов В. А.

Лаборатория Биологически Активных Соединений и Биокомпозитов, НИЦ «БиоХимТех», Тульский государственный университет, г. Тула, ул. Ф. Энгельса, 157, 300012
**goga08202001@gmail.com*

Глобальное накопление синтетических пластиков требует создания безопасных биоразлагаемых альтернатив, особенно для пищевой упаковки. Полигидроксибутират (ПГБ) – биополимер, синтезируемый микроорганизмами, полностью разлагается в природе и обладает нужными барьерными и механическими свойствами. Однако его применение ограничено из-за недостатка данных о биосовместимости. В данной работе ПГБ использован как подложка для иммобилизации бактерий *Paracoccus yeei* с целью создания биосенсора для экспресс-мониторинга БПК, что позволило оценить нетоксичность полимера и его функциональность в биотехнологии.

Методами СЭМ и ЭДА подтверждена пористая структура ПГБ-подложки и равномерное распределение клеток *P. yeei*. Жизнеспособность и метаболическая активность *P. yeei* оценивались по калибровочным характеристикам биосенсора: линейный диапазон определения БПК составил 0,5–50 мг O_2/дм³, время анализа – 5 мин, относительное стандартное отклонение не превышало 15%. Валидация на 53 пробах воды выявила высокую корреляцию со стандартным 5-суточным методом ($R^2 = 0,93$), подтверждая сохранение активности клеток и биосовместимость ПГБ. Длительная стабильность биосенсора (более 20 суток) дополнительно подтверждает биосовместимость полимера.

Таким образом, ПГБ не только пригоден для производства биоразлагаемой упаковки, но и безопасен для биологических объектов, что открывает перспективы создания активных упаковочных систем с пролонгированным сроком хранения продуктов, а также сенсоров для контроля качества пищевых сред и мониторинга технологических процессов в пищевой промышленности.

Ключевые слова: полигидроксибутират, биоразлагаемая упаковка, биосовместимость, иммобилизация микроорганизмов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-13-20016, https://rscf.ru/en/project/26-13-20016/ и при поддержке правительства Тульской области.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ НИЗКОКАЛОРИЙНЫХ ДЕСЕРТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНУЛИНА

Забелина Александра Игоревна[1]*

[1] Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия
**Shtovhun.AI@rea.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются технологические аспекты разработки низкокалорийных десертов с использованием инулина – природного полисахарида, обладающего пребиотическими свойствами и способностью выступать в качестве заменителя жира и сахара. Проанализированы современные рыночные тенденции в сегменте функциональных продуктов питания, обоснован выбор инулина в качестве ключевого ингредиента. Приведены результаты теоретического анализа оптимальных концентраций инулина в кондитерских изделиях, а также прогнозируемые изменения физико-химических и органолептических показателей. Предложена методология экспериментальных исследований, включающая методы разработки рецептур, физико-химического анализа и органолептической оценки. Сделан вывод о перспективности использования инулина для создания десертов с пониженной энергетической ценностью и обогащённым пищевым профилем.

Современные тенденции в области здорового питания формируют устойчивый потребительский запрос на продукты с пониженным содержанием сахара и жиров, обогащённые пищевыми волокнами и обладающие функциональными свойствами [1]. По данным отраслевых исследований, российский рынок функциональных продуктов питания демонстрирует двузначные темпы роста, при этом особенно динамично развивается сегмент кондитерских изделий с улучшенным пищевым профилем [9]. Традиционные десерты, характеризующиеся высокой калорийностью за счёт значительного содержания сахара и жиров, представляют собой перспективную категорию для внедрения инновационных технологических решений [7].

Цель настоящей работы – теоретическое обоснование технологических подходов к разработке низкокалорийных десертов с высоким содержанием инулина и определение методологии экспериментальных исследований для последующей оптимизации рецептур.

Объектом исследования являются модельные образцы десертов (муссы, молочные десерты, мучные кондитерские изделия) с замещением части жира и сахара на инулин. В качестве базовых рецептур рассматриваются классические рецепты, адаптированные к требованиям низкокалорийного и функционального питания.

На основе анализа литературных данных определены диапазоны варьирования содержания инулина в рецептурах десертов: от 5 до 20% от массы рецептурной смеси. Выбор данного диапазона обусловлен результатами исследований, в которых замена до 50% жира и до 30% сахара на инулин не приводила к существенному снижению приемлемости продуктов [3; 12].

Расчётные данные свидетельствуют, что введение 15% инулина позволяет снизить содержание жира на 68,05% и калорийность на 12,63% по сравнению с контрольным образцом при одновременном увеличении содержания пищевых волокон на 82,76% [8] (таблица1). При этом следует учитывать, что в различных видах десертов оптимальная концентрация инулина может варьироваться: для мучных кондитерских изделий – 10–15%, для молочных и желеобразных десертов–2–5%, для муссов и кремов – 5–10% [5; 8; 12].

Таблица1

Прогнозируемые изменения показателей качества при введении инулина

Показатель	Базовый уровень (контроль)	Прогнозируемый уровень (с инулином,15%)	Изменение, %
Содержание жира, г/100 г	15,0	4,8	–68,05
Энергетическая ценность, ккал/100 г	350,0	305,8	–12,63
Содержание пищевых волокон, г/100 г	2,9	5,3	+82,76
Содержание сахара, г/100 г	25,0	17,5	–30,00

Технологические аспекты использования инулина в десертах включают несколько ключевых этапов:

Подготовка инулина. Инулин рекомендуется вводить в рецептуру в виде порошка, предварительно смешанного с сухими ингредиентами, или в гидратированном виде, что способствует равномерному распределению в продукте и активации жироимитационных свойств [10]. Корректировка рецептурного баланса. Замена жира на инулин требует корректировки содержания воды, так как инулин обладает водоудерживающей способностью. При замене сахара необходимо учитывать снижение сладости, что может потребовать введения высокоинтенсивных подсластителей или использования фруктовых компонентов [2]. Оптимизация технологических режимов. Для продуктов, содержащих инулин, рекомендуется снижать температуру и продолжительность тепловой обработки, так как инулин может подвергаться гидролизу при длительном нагревании, что снижает его структурообразующие свойства [12].

Органолептическая оценка разработанных десертов с использованием 9-балльной гедонической шкалы позволяет количественно оценить потребительскую приемлемость [8]. Ожидается, что образцы с оптимальным содержанием инулина (10–15% для мучных изделий и 2–5% для молочных) получат оценки не ниже 7 баллов («нравится умеренно»), что свидетельствует о сохранении товарного качества продукта [12].

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы:

Оптимальная концентрация инулина в десертах зависит от типа продукта и варьируется в диапазоне от 2 до 15%: минимальные значения характерны для

молочных и желеобразных десертов, максимальные – для мучных кондитерских изделий.

Введение инулина позволяет снизить содержание жира на 68%, калорийность на 12–15% и увеличить содержание пищевых волокон на 80% без существенного снижения органолептических характеристик [8; 11].

Разработанная методология экспериментальных исследований включает комплекс методов, позволяющих всесторонне оценить качество и безопасность новых продуктов в соответствии с требованиями технических регламентов и государственных стандартов [3; 4; 11].

Результаты теоретического обоснования создают основу для проведения экспериментальной части исследования, направленной на оптимизацию рецептур и внедрение разработанных десертов в производство на базе предприятий общественного питания. Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением экспериментальных выпечек, физико-химических анализов и расширенной дегустационной оценки для подтверждения прогнозируемых показателей качества и оптимизации рецептур.

Ключевые слова: инулин, низкокалорийные десерты, функциональные продукты питания, заменитель жира, пребиотик, технология продукции общественного питания.

Список источников

1. Петрова Н. А., Сергеев И. В. Рынок функциональных продуктов питания: современное состояние и перспективы //Пищевая промышленность. –2025.– № 4. – С. 42–49.

2. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального назначения. – М.: ДеЛи плюс, 2024. – 312 с.

3. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения»: утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.10.2020 № 32.

4. ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей». – М.: Издательство стандартов, 1991. – 12 с.

5. Шатнюк Л. Н. Инулин – функциональный ингредиент для продуктов питания // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5.– С. 22–30.

6. Семёнова О. А., Козлова И. В. Разработка функционального низкокалорийного молочного десерта с инулином // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2025. – № 1. – С. 8–15.

7. Franck A. Technological functionality of inulin and oligofructose // British Journal of Nutrition. – 2022. – Vol. 87, № S2. – P. S287–S291.

8. ГОСТ 5900-2019 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». – М.: Стандартинформ, 2020. – 12 с.

9. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.

10. ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки»: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881.

11. ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения». – М.: Стандартинформ, 2006. – 12 с.

12. ВЦИОМ: здоровый образ жизни в России // Всероссийский центр изучения общественного мнения. – 2024.

ОБОГАЩЕНИЕ САХАРСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ПРЕБИОТИКАМИ

Соболева Е. А.[1,2], Митрошина Д. П.[1], Славянский А. А.[1]

[1] ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)», ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004
[2] Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», Московская область, городской округ Люберцы, дп. Красково, ул. Некрасова д.11, 140051
Soboleva.ekaterinka@mail.ru

Одной из целей государства является выпуск обогащенных продуктов питания [1, 2]. Особый интерес при этом представляет обогащение сахара пребиотиками, в частности инулином и олигофруктозой [3].

Для решения данной проблемы предложена технология, основанная на растворении сахарозы в воде с последующим введением смеси из пчелиного меда, инулина и олигофруктозы [3]. Дальнейшая кавитационная обработка раствора, обеспечивает равномерное распределение пребиотиков и предотвращает расслоение компонентов.

Установлено, что разработанная технология значительно улучшает органолептические свойства конечного продукта по сравнению с прототипом [3]. Новый продукт отличается сыпучестью, однородным кремовым оттенком и мягким карамельным вкусом, при этом его энергетическая ценность снижается. Разработанная технология позволяет расширить линейку сахарсодержащих продуктов, придав им пребиотические свойства, что соответствует современным требованиям к производству обогащенных продуктов питания.

Ключевые слова: белый сахар, инулин, олигофруктоза, пребиотик, пчелиный мед, кавитационная обработка.

Список литературы

1. Славянский А. А., Митрошина Д. П., Грибкова В. А. Разработка гранулированных антиоксидантных продуктов на основе сахарозы // Сахар. – 2022. – № 10. – С. 30–39.

2. Славянский А. А., Балуева И. А., Сапронов А. Р. Нерастворимые примеси и качество сахара-песка // Пищевая промышленность. – 1990. – № 8. – С. 34–36.

3. Применение пребиотиков для расширения линейки сахарсодержащих продуктов / Соболева Е. А., Митрошина Д. П., Славянский А. А. и др. // Крахмал и его производные. – 2025. – Т. 3, № 9. – С. 24–34.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕКТИНОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК С ПРОБИОТИКАМИ

Бутримова О. С.[1]*, Будкевич Р. О.[1]

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1, 355017
**olesia89624601442@gmail.com*

Разработка функциональных продуктов с пробиотиками сдерживается низкой устойчивостью культур к технологическим стрессам [1]. Цель работы – изучение влияния пектинов различного происхождения на рост, жизнеспособность и функциональные свойства *Lactococcus lactis* и *Lactiplantibacillus plantarum*, обоснование их применения в продуктах с пробиотиками. Культуры культивировали в растворах пектинов (яблочного, цитрусового, бадана, борщевика, пижмы) при 37° С; инкапсулированные в альгинатно-пектиновые матрицы культуры хранили до 20 недель. Наибольший эффект показали низкометоксилированные пектины бадана и борщевика [2]; яблочный пектин – наименее активен. Эффективность инкапсулирования превышала 85%, максимальная сохранность – в капсулах с пектинами бадана и пижмы (78–84% за 20 нед.) [3]. Разработаны образцы продуктов – сыр, батончик и мармелад с пробиотиками – со стабильным сохранением культур [4]. Результаты обосновывают применение пектинов в продуктах и БАД [5].

Ключевые слова: пектины, пробиотики, *Lactococcus lactis, Lactiplantibacillus plantarum*, инкапсулирование, функциональные продукты, биологически активные добавки.

Список литературы

1. Tripathi M. K., Giri S. K. Probiotic functional foods: survival of probiotics during processing and storage // Journal of Functional Foods. – 2014. – Vol. 9. – P. 225–241.

2. Popov S. V., Popova G. Yu., Nikolaeva S. Yu. и др. Immunostimulating activity of pectic polysaccharide from Bergenia crassifolia (L.) Fritsch // Phytotherapy Research. – 2005. – Vol. 19, № 12. – P. 1052–1056.

3. Zhang L., Tang P., Li S. et al. Sodium alginate-based wall materials microencapsulated Lactobacillus plantarum CICC 20022: characteristics and survivability study // Food Science and Biotechnology. – 2022. – Vol. 31, № 11. – P. 1463–1472. DOI: 10.1007/s10068-022-01134-8.

4. Krasaekoopt W., Bhandari B., Deeth H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt applications // International Dairy Journal. – 2003. – Vol. 13, № 1. – P. 3–13. Krasaekoopt W. и др. Encapsulation techniques of probiotics for yoghurt // Int. Dairy J. – 2003.

5. Patova O. A., Golovchenko V. V., Vityazev F. V. et al. Physicochemical and rheological properties of gelling pectin from Sosnowskyi's hogweed (Heracleum sosnowskyi) obtained using different pretreatment conditions // Food Hydrocolloids. – 2017. – Vol. 65. – P. 77–86.

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Кафарова И. Э.[1*], Бондарев С. А.[2*]

[1] ФГБНУ ВИЛАР Всероссийский научно-исследовательский Институт Лекарственных и Ароматических Растений, Москва, улица Грина, дом 7, 117216
ilahakafarova@gmail.com, xcsergey@mail.ru**

Растения рода *Filipendula Miller* (сем. *Rosaceae*) являются перспективными источниками фенольных соединений и могут рассматриваться для создания продуктов функционального назначения. Производные салициловой кислоты, фенилпропаноиды, флавоноиды и дубильные вещества, содержащиеся в *F. Ulmaria, F. stepposa и F. camtschatica* [1], обусловливают противовоспалительное, противомикробное, антиоксидантное и иные виды фармакологического действия [2, 3]. Недостаточная изученность содержания фенольных соединений в морфологических частях и между видами рода *Filipendula* ограничивает возможности рационального подбора растительного сырья. Следовательно, актуальность исследования состоит в формировании базы количественных данных, необходимой для научно обоснованного выбора сырья.

Содержание фенольных соединений определяли методом Фолина-Чокалтеу. Статистическую значимость различий между исследуемыми группами оценивали с помощью теста Тьюки с поправкой на множественные сравнения (padj <0,05).

У *F. ulmaria* содержание фенольных соединений в листьях составило 250,17 ± 36,91 мкг/мл, что превышало их уровень в цветках в 2,7 раза. В *F. stepposa* выявлены наиболее выраженные различия: в цветках содержание достигало 426,87 ± 47,12 мкг/мл, а в листьях было меньше в 4,6 раза. В *F. camtschatica* содержание фенольных соединений в листьях составило 158,14 ± 29,91 мкг/мл, а в цветках – 132,59 ± 40,97 мкг/мл (p adj> 0,05).

Таким образом, уровень фенольных соединений существенно варьируется как между видами рода *Filipendula*, так и между морфологическими частями растений. Полученные данные позволяют целенаправленно выбирать сырьё для разработки продуктов функционального значения: *F. stepposa* – в качестве источника с максимальным содержанием фенольных соединений (цветки), *F. ulmaria* – в качестве источника листьев с высоким содержанием фенольных соединений, *F. camtschatica* – в качестве сырья со стабильным и сбалансированным профилем компонентов.

Ключевые слова: *Filipendula*, фенольные соединения, продукты функционального назначения, морфологические части растений.

Список литературы

1. Fecka I. Qualitative and quantitative determination of hydrolysable tannins and other polyphenols in herbal products from meadowsweet and dog rose //Phytochemical Analysis. – 2009. – Т. 20. – №. 3. – С. 177–190.

2. Горбачева А. В., Аксиненко С. Г., Пашинский В. Г. Лабазник вязолистный в фитотерапии воспалительных процессов. Томск, 2005. 304 с.

3. Владимиров А. Ю., Гарная С. В. Актуальность и перспективы разработки активных субстанций на основе лабазника вязолистного (Filipendula ulmaria) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск, 2010. Вып. 65. С. 22–23.

КЛЕТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Козин Николай Вячеславович[1], Жничкова Елена Григорьевна[1]

[1] Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», г. Москва, ул. Грина, д. 7, стр. 1, 117216
**a2008nikola1218@gmail.com*

В настоящее время в производстве продуктов питания функционального назначения широкое применение находят экстракты из лекарственных растений, характеризующиеся высокой пищевой ценностью и физиологической активностью. Однако нестабильность химического состава и ограниченная воспроизводимость растительного сырья затрудняют его промышленное применение. Биомасса клеточных культур растений может быть использована как перспективный компонент для технологий пищевой промышленности.

Так, нами была разработана технология получения каллусной культуры *Thalictrum minus* L. (василистник малый), так как метаболиты этого растения имеют высокий потенциал в профилактике ряда метаболических патологий, таких как сахарный диабет 2 типа, неалкогольная жировая болезнь печени, гиперхолистеринемия, ожирение и т. д.

Первоначально из стерильных эксплантов и семян василистника малого индуцировали каллусогенез на среде с фитогормонами. Затем клеточные линии переносили в жидкую среду и выращивали на качалках при определенных условиях. Для повышения продуктивности применяли элиситацию, добавление предшественников и иммобилизацию клеток.

В результате нами получены стабильные клеточные линии *Thalictrum minus* L. с воспроизводимым синтезом берберина 7–18 мг/л.

Полученные нами данные подтверждают перспективность использования клеточных культур как источника физиологически активных веществ для функционального питания. Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию культивирования клеток растений, оценку пищевой безопасности и профилактического действия на организм, разработку технологий получения продуктов питания нового поколения.

Ключевые слова: *Thalictrum minus* L, клеточные культуры, каллусогенез, вторичные метаболиты, функциональное питание, культивирование *in vitro*.

КУЛЬТУРЫ АДВЕНТИВНЫХ КОРНЕЙ *POLYSCIAS BALFOURIANA* И *P. FRUTICOSA* КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Крюковских Е. О.[1,3], Прудникова О. Н.[1], Тюрина Т. М.[1],
Клычников О. И.[2], Метальников П.С.[1], Титова М.В.[1]

[1] Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
[2] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова кафедра биохимии, Москва, Россия
[3] Московский политех, Москва, Россия
E–mail: u515164@gmail.com

Сегодня, благодаря биотехнологии, можно получать адаптогены и иммуностимуляторы из мало изученных растений рода *Polyscias in vitro* для производства функциональных продуктов питания, кормов и косметики. Цель нашей работы – оценить перспективность культур адвентивных корней (АК) *P. fruticosa* и *P. balfouriana* в качестве возобновляемого растительного сырья. Задачи: исследование динамики роста АК; анализ в биомассе АК целевых тритерпеновых гликозидов − полисциозидов (УЭЖХ-МС); определение суммарного содержания фенольных соединений (Фолин-Чокальтеу) и оценка АОА экстрактов (DPPH). В качестве объектов сравнения использовали листья интактных растений.

Продуктивность ($P_{max\ сух.}$) и максимальное накопление биомассы ($\rho_{max\ сух}$) для АК P. *balfouriana* составляли 0,14 г/(л×сут) и 7.33 г/л; для АК P. *fruticosa* – 0,39 г/(л×сут) и 18.99 г/л соответственно. Скрининг биомассы АК выявил 12 типичных для *Polyscias spp* полисциозидов (суммарное накопление до 0,2%). АОА листьев и культуры адвентивных корней *P. fruticosa* была выше (22,96 и 24,24 мг/мл соответственно) в сравнении с листьями и АК *P. balfouriana* (45,55 мг/мл и 36,66 мг/мл соответственно). Содержание общих фенолов уменьшалось в ряду АК *P. fruticosa* (11,28 мг ГКЭ/г) > лист *P. fruticosa* (8,68 мг ГКЭ/г) > лист *P. balfouriana* (7,10 мг ГКЭ/г) > АК *P. balfouriana* (4,35 мг ГКЭ/г). Полученные результаты могут стать основой для разработки промышленной биотехнологии получения растительного сырья на основе адвентивный корней исследованных видов.

Ключевые слова: культуры растений *in vitro*, растительная биотехнология, культура адвентивных корней, полисциозиды, антиоксидантная активность (АОА), суммарное содержание фенольных соединений, адвентивные корни (АК).

Работы были выполнены при поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, тема № 126012615951-9.

КОМПЛЕКСНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР С ПОЛУЧЕНИЕМ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Куликов Денис Сергеевич[1*], Королев Алексей Александрович[1], Буданов Андрей Вадимович[1], Калугина Зоя Ивановна[1], Уланова Рузалия Владимировна[2]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, Россия, Московская обл., г/о Ленинский, г. Видное, ул. Школьная, д. 78, 142703
[2] Институт микробиологии им С. Н. Виноградского Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Россия, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 7, корп. 2, 117312
**d.kulikov@fncps.ru*

Традиционный метод получения белковых продуктов приводит к рацемизации аминокислот, снижению усвояемости, ухудшению органолептических и функциональных свойств, а образующиеся вторичные продукты загрязняют окружающую среду [1, 2]. На примере гороха и чечевицы нами разработан комплексный способ биотехнологической переработки растительного сырья с использованием российских ферментных препаратов, действующих в мягких условиях, экструзии вторичного крахмало-белкового продукта и биоконверсии жидкой сыворотки штаммами дрожжей или микромицетов. Полученные изоляты имели светлый цвет, слабый бобовый привкус, 86–94% белка, аминокислотный скор 87–174%, перевариваемость 93–99%, PDCAAS 0,81–0,86 ед., а также высокие функциональные свойства для различных пищевых изделий. Пищевые экструдаты из вторичного крахмало-белкового продукта не обладали бобовым вкусом и запахом и содержали 75% крахмала и 10% белка с аминокислотным скором 114–148%, перевариваемостью 99% и PDCAAS 1,0 ед. Биоконверсия жидкой сыворотки штаммами дрожжей или микромицетов позволило получить высокобелковую биомассу для кормовых целей.

Ключевые слова: горох, чечевица, вторичные продукты, ферменты, белковые изоляты, экструдаты, кормовые дрожжи.

Список литературы

1. Куликов Д. С., Королев А. А. Аспекты ферментативной модификации растительных белков // Пищевые системы. 2025. Т. 8. № 1. С. 22–28. doi: 10.21323/2618-9771-2025-8-1-22-28

2. Куликов Д. С. Комплексная биотехнологическая переработка гороховой муки с получением белковых концентратов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Куликов Денис Сергеевич. 2023. 158 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКК ДИОСКОРЕИ ДЕЛЬТОВИДНОЙ И ЖЕНЬШЕНЯ ЯПОНСКОГО В КАЧЕСТВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ИННОВАЦИОННОГО СЫРЬЯ

Тюрина Т. М.[1*], Прудникова О. Н.[1], Клычников О. И.[2],
Метальников П. С.[1], Лунькова М. К.[1], Титова М. В.[1]

[1] Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева РАН
[2] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Кафедра биохимии, Москва, Россия
**tyurina.tatiana812@gmail.com*

Спрос на растительное сырьё растёт ежегодно, но традиционные источники не гарантируют стабильность качества. Цель работы – оценить полученную биотехнологическим способом биомассу культур клеток растений *Dioscorea deltoidea* Wall. (продуцент фуростаноловых гликозидов) и *Panax japonicus* T. Nees C.A. Mey (продуцент гинзенозидов), как инновационного сырья для фармакологии, кормов, косметологии и пищевой промышленности. Задачи: наработка в 630 л биореакторах клеточной биомассы с оценкой параметров роста культур клеток; скрининг антиоксидантной (DPPH, ABTS, NBT) и антимикробной активности против *Staphylococcus aureus*, MRSA, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*; анализ вторичных метаболитов (УЭЖХ-МС).

В результате была получена биомасса с высокими и стабильными показателями роста: для *D. deltoidea* – $P_{max\ сух.}$ = 0,36 г/(л×сут), $\rho_{max\ сух.}$ = 10,4 г/л; для *P. japonicus* – 0,50 г/(л×сут) и 11,6 г/л соответственно. Биомасса женьшеня показала более выраженную АОА и АМА: МИК составила 0,125–0,25 мг сух. экстракта/мл против 1,00–2,00 мг/мл для диоскореи в отношении *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*. Содержание стероидных гликозидов в биомассе *D. deltoidea* – 3%, гинзенозидов в *P. japonicus* – до 7% от сухой массы клеток. Количество и состав целевых метаболитов соответствовал ранее полученным данным в других системах культивирования. Эти результаты могут стать основой для промышленного производства биомассы и ценных метаболитов растений для фармацевтической, косметической и пищевой отраслей.

Ключевые слова: суспензионная культура клеток (СКК) растений, гинзенозиды, стероидные гликозиды, антиоксидантная активность (АОА), антибактериальная активность (АМА), барботажный биореактор, продуктивность по сухой массе клеток ($P_{max\ сух}$), максимальное накопление биомассы по сухой массе клеток ($\rho_{max\ сух}$), минимальная ингибирующая концентрация (МИК)

Работы были выполнены при поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, тема № 126012615951-9.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ В ТЕХНОЛОГИИ БАТОНЧИКОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ КОСМОНАВТОВ

Хантургаева Валентина Андреевна[1*], Котова Татьяна Ивановна[1]

[1] ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»,
Россия, г.Улан-Удэ, ул. Ключевская, д.40В, строение 1, 670013
**khanturgaeva95@mail.ru*

Питание критически важный фактор, определяющий работоспособность, здоровье и психологическое состояние космонавтов, находящихся длительное время в условиях невесомости и космического пространства. Продукты, предназначенные для питания космонавтов, должны иметь высокую пищевую ценность, быть удобны в употреблении, а также обладать свойствами, способными оказывать профилактический эффект на организм от воздействия неблагоприятных факторов. К числу таких факторов относятся: невесомость, ведущая к потере костной и мышечной массы, нейровестибулярным нарушениям; длительная изоляция, приводящая к психоэмоциональной нагрузке; космическая радиация, влияющая на сердечно-сосудистую систему, а также приводящая к риску развития онкологических заболеваний. В связи с этим необходимо расширение ассортимента продуктов для совершенствования рациона питания космонавтов. Батончик является универсальным в употреблении продуктом, не требующим дополнительных действий для его приготовления. В качестве сырья было выбрано растительное сырье Байкальской природной территории, как перспективный источник функциональных ингредиентов.

Цель работы обосновать выбор растительного сырья Байкальской природной территории для включения в состав батончиков, предназначенных для питания космонавтов.

Для включения были рассмотрены следующие виды растительного сырья: черная смородина *(лат. Ribes nigrum),* облепиха крушевидная *(лат. Hippophaë rhamnoides),* шлемник байкальский *(лат. Scutellaria baicalensis)*, тимьян *(лат. Thymus),* кипрей узколистный *(лат. Chamaenerion angustifolium),* боярышник даурский *(лат. Crataegus dahurica),* шиповник *(лат. Rosa),* жимолость голубая *(лат. Lonícera caeruléa),* кедровый орех *(лат. Pínus sibírica).* Исходя из литературного анализа, данные виды растительного сырья обладают необходимым потенциалом, а именно наличие байкалина в шлемнике байкальском оказывает радиопротекторный эффект [2], что позволит снизить воздействие космической радиации на организм, содержание же витамина С в плодах, листьях черной смородины и облепихи способствует защите клеток организма от окислительного стресса. Использование в рецептуре жимолости голубой будет оказывать положительное влияние на зрение, так как содержит антоцианы. Кедровый орех способствует поддержанию костной и мышечной массы, что необходимо, учитывая постоянное воздействие микрогравитации на космонавтов. Введение в состав

шиповника даурского, тимьяна, боярышника и кипрея узколистного направлено на усиление иммуномодулирующих и адаптогенных свойств. Данные виды растительного сырья не занесены в Красную книгу Российской Федерации и Республики Бурятия, а их применение в составе продуктов питания не противоречит требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», также сырьевой потенциал достаточен для обеспечения производства батончиков, предназначенных для космического питания. Таким образом, данные виды растений экологически чистые, безопасные и будут способствовать комплексной, многоуровневой защите, минимизирующей риски для здоровья человека в экстремальных условиях космического полета [3–4].

Для того чтобы разрабатываемый батончик был эффективным источником макро- и микронутриентов, необходимо внесение выбранного растительного сырья в формах, позволяющих сохранить его нативные свойства. Нами были разработаны способы получения различных видов функциональных ингредиентов, а именно экстрактов, обезвоженных ягод, жмыха, ягодных порошков. В данных способах применяется сочетание методов различных видов экстракции, вакуумно-сублимационной сушки, СВЧ-обработки и вакуумно-импульсной сушки, позволяющих максимально сохранить нативные свойства растительного сырья (RU 2810497 C1, RU 2403791 C2). Так, например был получен порошок из ягод черной смородины (RU 2403791 C2), в данном порошке было определено содержание витамина С –187,86 мг/100 г, в свежей ягоде содержание витамина С – 200 мг/100 г [5], что свидетельствует о высокой сохранности витамина С и подтверждает, что используемые щадящие режимы переработки позволяют максимально сохранить нативные биологически активные вещества.

Таким образом, выбранное растительное сырье, произрастающее на Байкальской природной территории, является перспективным источником питательных веществ и БАВ, способных оказывать комплексное профилактическое действие на организм человека. Также показано, что применение разработанных технологий переработки растительного сырья позволяет сохранить нативные свойства биологически активных веществ. Полученные функциональные ингредиенты из растительного сырья Байкальской природной территории могут служить основой для создания батончика с выраженной антиоксидантной, адаптогенной и радиопротекторной направленностью.

Исследования выполнены за счет средств гранта «Молодые ученные ВСГУТУ-2026».

Ключевые слова: растительное сырьё, экстракты, космическое питание, батончики, функциональные компоненты.

Список литературы

1. Космическая нутрициология: Монография. – Москва: ООО «Торговый Дом «ДеЛи», 2025. – 434 с.

2. Gandhi N. M. Baicalein protects mice against radiation-induced DNA damages and genotoxicity // Molecular and cellular biochemistry. – 2013. – Т. 379. – №. 1. – С. 277–281.

3. Хантургаева В. А., Использование дикорастущего растительного сырья республики Бурятия в рецептуре белково-углеводных батончиков / В. А. Хантургаева, В. А. Цыцыков, Н. А. Хантургаева, А. А. Цыцыков, Т. И. Котова // Единство в многообразии: материалы II Регионального молодежного форума, Улан-Удэ, 25 октября 2024 года. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2024. – С. 119–121.

4. Разработка рецептуры базовой композиции сухого напитка из сырья Байкальской природной территории / Т. И. Котова, А. Г. Хантургаев, С. Н. Лебедева, В. А. Хантургаева, В. А. Цыцыков // Вестник ВСГУТУ. – 2026. – № 1(100). – С. 18–27.

5. Скурихин И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

ЦИФРОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Близнюк У. А.[1], Борщеговская П. Ю.[1], Болотник Т. А.[1], Браун А. В.[1], Беклемишев М. К.[1], Черняев А. П.[1], Ипатова В. С.[1,2], Никитченко А. Д.[1,2], Опруненко А. Ю.[1], Золотов С. А.[2], Зубрицкая Я. В.[1], Козлова Е. К.[1,3], Родин И. А.[1,3,4]

[1] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
[2] Центральный университет
[3] ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)
[4] МИРЭА – Российский технологический университет (Институт тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова)

Радиационная обработка ускоренными электронами – признанный инструмент обеспечения микробиологической безопасности пищевой продукции и продления сроков её хранения, включённый в международную регуляторную практику (Кодекс Алиментариус, ISO 14470). Однако режимы обработки на промышленных центрах до сих пор подбираются эмпирически, по табличным протоколам, которые не учитывают индивидуальные характеристики продукта – форму, линейные размеры, распределение плотности и биохимический состав. Следствием являются зоны недо- и переоблучения, в результате чего не достигается требуемое подавление микрофлоры и происходит деградация биологически значимых компонентов, определяющих пищевую ценность и органолептические свойства продукта [1].

В работе представлен цифровой подход к планированию радиационной обработки, реализуемый в три этапа. На первом этапе по данным рентгенографии продукта восстанавливается пространственное распределение его массовой толщины; точность восстановления достигает 98%. На втором этапе с использованием базы данных дозовых распределений, предварительно рассчитанных методом Монте-Карло (инструментарий Geant4) для электронов с энергией 0,1–10 МэВ, вычисляется трёхмерное распределение поглощённой дозы в объёме продукта и подбираются параметры облучения, максимизирующие однородность обработки; точность расчёта объёмного распределения дозы, подтверждённая дозиметрическими экспериментами, достигает 95%.

На третьем этапе определяется оптимальный диапазон доз, обеспечивающий эффективное подавление микроорганизмов при минимальном повреждении белков, липидов, углеводов и ферментов продукта. Для этого используется функция оптимизации $H(D) = \varepsilon^{ц}(D)\cdot(1 - \varepsilon^{нц}(D))$, где $\varepsilon^{ц}$ – эффективность инактивации целевых микроорганизмов, $\varepsilon^{нц}$ – степень повреждения нецелевых биомакромолекул, количественно оцениваемая по структурным и функциональным модификациям белковых молекул, степени окисления липидов и др. [2]. Максимум функции соответствует оптимальной дозе, а границы оптимального диапазона согласуются с достижимой однородностью облучения, рассчитанной на предыдущем

этапе. Для гомогената говяжьей вырезки с начальной обсеменённостью 10^4 КОЕ/г рассчитанный оптимальный диапазон составил 250–850 Гр с учётом окисления миоглобина и 200–750 Гр с учётом сохранности нативной структуры белка.

Практическая значимость подхода для пищевой индустрии состоит в сокращении цикла валидации режима обработки с суток до часов, снижении технологического брака и научном обосновании режимов, обеспечивающих одновременно микробиологическую безопасность и сохранение качества продукции. Подход масштабируется на широкий спектр продуктов растительного и животного происхождения и формирует расчётную основу для актуализации нормативной базы радиационной обработки пищевой продукции.

Список литературы

1. Черняев А. П., Розанов В. В., Козлова Е. К. и др. Радиационные технологии обработки биообъектов // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. 2025. Т. 80(3). С. 2530201.

2. Kozlova E. K., Bliznyuk U. A., Chernyaev A. P. et al. Optimization Function for Determining Optimal Dose Range for Beef and Seed Potato Irradiation // Foods. 2024. Vol. 13, N 23. P. 3729.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES L.*): ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Котова Татьяна Ивановна[1*], Хантургаев Андрей Германович[1]

[1] ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ, ул.Ключевская, д.40В, 670013
**tatianakotova74@mail.ru*

В Республике Бурятия переработка урожая облепихи требует оптимизации с применением перспективных методов, в связи с чем, цель исследования – обосновать применение микроволнового воздействия при переработке облепихи на профильных предприятиях, нуждающихся в диверсификации производственных мощностей с учетом сезонности сбора. При проведении исследований применялись специализированное оборудование (МВУ Муссон-2) и стандартные методы оценки качества и безопасности продукции (инструментальные, органолептические, экспертные).

Предложены технологические решения для переработки свежей и замороженной облепихи с использованием микроволнового вакуумного воздействия, позволяющие получать продукцию высокого качества (обезвоженную ягоду, семена, ягодный порошок, масла, экстракт и др.), что подтверждается проведенной комплексной оценкой образцов продукции по санитарно-микробиологическим и санитарно-химическим показателям. Разработанный способ интенсифицирует процесс, повышает качество продукции и экономическую эффективность производства. Основные преимущества микроволнового вакуумного воздействия при переработке облепихового сырья: высокая скорость процесса, сохранность органолептических показателей, улучшенные структурно-механические свойства. Технология защищена патентом [1], разработана техническая документация. Результаты внедрены в производственный и образовательный процессы. Исследование реализовано в рамках гранта «Молодые ученые ВСГУТУ-2026» (программа «Приоритет-2030»)».

Ключевые слова: облепиха, микроволновое вакуумное воздействие.

Список литературы

1. Патент № 2785625 C2 Российская Федерация, МПК A23L 19/00, A23N 15/00, C11B 1/00. Способ комплексной переработки плодов облепихи: № 2021105399: заявл. 03.03.2021: опубл. 09.12.2022 / Т. И. Котова, А. Г. Хантургаев, А. И. Котов, Э. В. Ягелло; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления».

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ И ФОТОНАМИ КАК МЕТОД СТИМУЛЯЦИИ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Зубрицкая Яна Васильевна[1,2*], Близнюк Ульяна Александровна[1,2], Никитченко Александр Денисович[1,3], Гераськин Станислав Алексеевич[4], Борщеговская Полина Юрьевна[1,2], Малюга Анна Анатольевна[5], Чуликова Наталья Сергевна[5], Чибисова Мария Сергеевна[1], Кусак Артём Алексеевич[1], Черняев Александр Петрович[1,2], Смирнова Алена Сергеевна[4], Празян Александр Арменович[4], Золотов Сергей Александрович[3], Юров Дмитрий Сергеевич[2]

[1] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия
[2] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына, Москва, Россия
[3] Центральный университет, Москва, Россия
[4] ФГБУ ВНИИРАЭ НИЦ «Курчатовский институт», Обнинск, Россия
[5] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия
**e-mail: yyryana@gmail.com*

Необходимость развития и экологизации агротехнологических методов становится особенно острой в условиях климатических изменений и растущей потребности населения в продовольствии. Предпосевная радиационная обработка может выступать как безопасный для окружающей среды и потребителя метод стимуляции роста и повышения продуктивности растений. При этом достижение эффекта гормезиса – стимуляции роста устойчивости растений при облучении малыми дозами – требует адаптации режима обработки в зависимости от культуры и используемого источника.

Семенной материал различных сельскохозяйственных культур обрабатывался двумя типами излучения: ускоренными электронами с энергией до 1 МэВ и рентгеновским излучением с энергией до 120 кэВ. Контроль равномерности обработки и анализ взаимодействия различных типов излучения с объектами осуществлялся путем компьютерного моделирования с использованием инструментария Geant4 и Geant4-DNA.

Было получено, что предпосевная обработка в дозах до 30 Гр позволяет увеличить продуктивность и темпы роста растений. Так, для семян ячменя установлено увеличение длины проростков на 46% и их массы на 24%. В полевом эксперименте урожайность пшеницы была увеличена на 48%, при этом снижалась ее заболеваемость септориозом. В случае картофеля сортов Гала и Фиолетовый облучение увеличило долю здоровых клубней на 200–244%. Наблюдаемый эффект гормезиса предположительно связан с ростом

концентрации активных форм кислорода – сигнальных молекул, влияющих на ростовые процессы.

Ключевые слова: сельское хозяйство, радиационный гормезис, ускоренные электроны, рентгеновское излучение, компьютерное моделирование.

УСТАНОВЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ ЗЕРНОПРОДУКТОВ УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ

Яицких Артем Валерьевич*, Волкова Ольга Владимировна

ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, Москва, Россия
**microbiolab@mail.ru*

Ускоренный метод определения сроков годности зернопродуктов позволяет оптимизировать многие процессы. Традиционные методы требуют длительных испытаний в реальных условиях хранения. В данной работе предлагается ускоренный метод прогнозирования сроков годности зернопродуктов, основанный на моделировании процессов хранения [1].

Метод включает в себя ряд этапов: определение ключевых показателей, характеризующих свежесть, качество и безопасность зернопродуктов, проведение ускоренных испытаний при различных температурах и влажности, приводящих к изменению контролируемых показателей и выявлению коэффициента старения. На основании получаемого коэффициента возможен пересчет сроков годности от провокационных условий хранения к устанавливаемым изготовителем продукции [2].

Метод способствует снижению риска приобретения некачественных зернопродуктов и экономических потерь, он может быть адаптирован для различных зернопродуктов, что делает его перспективным инструментом для предприятий зерноперерабатывающей промышленности и контролирующих органов [3].

Ключевые слова: зернопродукты, условия хранения, сроки годности, коэффициент старения, кислотное число жира.

Список литературы

1. Гурьева К. Б. и др. Динамика кислотного числа жира и жирнокислотного состава пшеницы при хранении // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2020. – №. 13. – С. 52–64.

2. Ванина Л. В. Зернопродукты. Общие требования и порядок проведения испытаний для обоснования сроков годности / Л. В. Ванина, А. В. Яицких, О. В. Волкова // Пищевая промышленность. – 2024. – №. 12 – С. 100–102.

3. Иссаков Ш. А. У. и др. Хранение зерна, муки, круп и комбикормов режимы и методы // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49–51.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ONSITESEQ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА И ФУНГИЦИДНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ *PYRICULARIA ORYZAE* В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Горбенко Роман Анатольевич[1*]

[1] Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), 141701, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9
**gorbenko.ra@phystech.edu*

Пирикуляриоз – самое вредоносное заболевание риса: потери урожая достигают 60% при эпифитотиях [1]. Актуальность – рост устойчивости *P. oryzae* к фунгицидам QoI и DMI [2]; лабораторная диагностика – дни. Цель – адаптация комплекса OnSiteSeq [3] к экспресс-анализу посевов риса у поля.

Разработана мультиплексная ампликонная ПЦР пяти локусов (cyt b, CYP51, MoHIK1 и гены авирулентности AVR-Pita, AVR-Co39; ~11,5 Кб) и нанопоровое секвенирование. Создан конвейер onsiteseq_rice (Snakemake, Docker, arm64, Jetson AGX Xavier): фильтрация прочтений, выравнивание на локусы штамма 70-15, поиск вариантов Clair3, интерпретация маркеров резистентности (G143A, F129L) и расы изолята. Разработан протокол трансферного дообучения Clair3 на ONT-данных изолятов *P. oryzae* для повышения точности вызова вариантов.

При апробации среднее покрытие локусов – 944×; результат – агрономический отчёт с рекомендацией фунгицида менее чем за 4 часа от образца, автономно. Решение обеспечивает мониторинг пирикуляриоза в поле и продовольственную безопасность.

Ключевые слова: пирикуляриоз; *Pyricularia oryzae*; нанопоровое секвенирование; фунгицидная резистентность; point-of-care диагностика; рис.

Список литературы

1. Dean R. [et al.] The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology // Mol. Plant Pathol. 2012. Vol. 13. P. 414–430.

2. Avila-Adame C., Köller W. Characterization of spontaneous mutants of Magnaporthe grisea expressing stable resistance to the Qo-inhibiting fungicide azoxystrobin // Current Genetics. 2002. Vol. 42. P. 68–76.

3. Горбенко Р. А. onsiteseq_rice // GitVerse. URL: https://gitverse.ru/ onsiteseq/onsiteseq_rice (дата обращения: 01.08.2026).

ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ РОМАШКИ АПТЕЧНОЙ И ШИПОВНИКА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОРОЩЕННОГО ЯЧМЕНЯ

Воронина Марианна Сергеевна[1]*, Игнатова Динара Фанисовна[1], Ерюкова Анастасия Борисовна[2]

[1] Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, Российская Федерация
[2] Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244, Российская Федерация
**marianna419@rambler.ru*

Актуальной задачей пищевой биотехнологии является создание функциональных растительных ингредиентов с повышенным содержанием биологически активных веществ. В работе исследована возможность повышения биологической ценности пророщенного ячменя за счет использования водных экстрактов ромашки аптечной и шиповника в качестве орошающей среды. Новизна исследования заключается в сравнительной оценке влияния указанных экстрактов на накопление полифенолов, флавоноидов и антиоксидантную активность пророщенного зерна. Зерно ячменя проращивали с применением водных экстрактов лекарственного растительного сырья. В полученных образцах определяли массовую долю влаги, кислотность, содержание полифенолов и флавоноидов, антиоксидантную активность методом DPPH, а также органолептические показатели. Установлено, что растительные экстракты оказывают влияние на биохимический состав и потребительские свойства пророщенного ячменя. Наиболее выраженное увеличение содержания флавоноидов и антиоксидантной активности отмечено в образце, полученном с использованием экстракта ромашки аптечной. Образец с экстрактом шиповника характеризовался более высокой органолептической оценкой запаха. Полученные результаты подтверждают перспективность применения водных экстрактов ромашки аптечной и шиповника для направленного повышения биологической ценности пророщенного ячменя и разработки функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: ячмень, пророщенное зерно, солод, ромашка аптечная, шиповник, флавоноиды, антиоксидантная активность.

Список литературы

1. Базарнова Ю. Г. Биологически активные вещества растительного сырья и их использование в пищевых технологиях. – М.: ДеЛи плюс, 2018. – 216 с.

2. Родина Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров. – М.: Академия, 2004. – 208 с.

3. Тутельян В. А., Суханов Б. П., Австриевских А. Н. Биологически активные добавки в питании человека. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2009. – 296 с.

4. ГОСТ 29294-2014. Солод пивоваренный ячменный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
5. ГОСТ 31712-2012. Продукция пищевая. Методы определения антиоксидантной активности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФРУКТОВОГО ВИНА ИЗ МАНДАРИНОВ

Одинцов М. С. (студент, 4-го года обучения)
Научный руководитель: зав. кафедры биохимии и биотехнологии,
к.б.н. Прутенская Е. А.

Фруктовые вина пользуются популярностью среди потребителей, желающих разнообразить свой рацион и попробовать новые вкусы. Они подходят для тех, кто ищет альтернативу традиционным виноградным винам, а также ценителям натуральных и экологичных продуктов [1]. Цель исследования: изучение технологии изготовления фруктовых вин из мандаринов и оценка показателей качества готового продукта.

Задачи:

- Осуществить выбор мандаринов для изготовления вина.
- Приготовить мандариновое вино, на основе выбранных сортов мандаринов.
- Оценить качество полученного вина.

Для изготовления вина выбрали мандарины с разным вкусом и разным оттенком мякоти. В качестве сравнения были взяты мандарины Мираф египетского производства и мандарины неизвестного сорта турецкого производства.

Для изготовления вина вручную отжимали сок без мякоти. В соответствии с выбранной рецептурой [2] для приготовления вина использовали мандариновый сок, смешанный с водой в соотношении 1:150. Для осуществления процесса брожения были выбраны универсальные винные дрожжи для фруктовых вин марки Beervingem. В качестве источника углерода дрожжей использовали декстрозу. Выбор субстрата для дрожжей был основан на литературных источниках, которые свидетельствуют о том, что при использовании сахарозы в производстве фруктовых вин образуется в небольших количествах метанол и быстро накапливается уксусная кислота. Для понижения кислотности среды брожения была добавлена дистиллированная вода. Снятия вина с осадка было осуществлено спустя 2 недели после начала ферментации.

После отделения осадка осуществляли дображивание две недели при температуре 4^0 С. Затем осуществляли анализ органолептических показателей полученных образцов в соответствии с ГОСТ 32051-2013 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа».

Результаты органолептического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика органолептических показателей

№	Органолептический показатель	Вино из мандаринов турецкого происхождения	Вино из мандаринов египетского происхождения
1	**Внешний вид**		
1.1	Прозрачность	Слегка мутное	Мутное

№	Органолептический показатель	Вино из мандаринов турецкого происхождения	Вино из мандаринов египетского происхождения
1.2	Осадок	Ярко оранжевый, в небольшом количестве	Желтый оттенок, по количеству его больше
2	**Цвет вина**	Бледно-оранжевый	Бледно-желтый
3	**Аромат вина**	Аромат умеренный, выраженный привкус грейпфрута. Кислотность приятная.	Аромат мандариновый, выраженная мягкая кислотность.
4	**Вкус вина**	Выраженный фруктовый, сладость умеренная, вкус полный, не обладает маслянистостью.	Выраженный фруктовый, сладость практически отсутствует, вкус легкий.

Показатели качества полученного вина осуществляли в соответствии с ГОСТ 32114-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот», ГОСТ 13192-1973 «Вина, виноматериалы и коньяки. Методы определения сахаров».

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2- Физико-химические показатели фруктового мандаринового вина

№	Физико-химический показатель	Вино из мандаринов турецкого происхождения	Вино из мандаринов египетского происхождения
1	Кислотность, г/дм^3	34,875	20,1
2	Содержание сахара, г/дм^3	1,341	0,981
3	Содержание аскорбиновой кислоты, г/дм^3	0,12435	0,105

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 33806-2016 «Вина фруктовые столовые и виноматериалы фруктовые столовые. Общие технические условия» было получено сухое мандариновое вино.

Однако, для получения вина с более изысканным полнотелым вкусом и ароматом требуется корректировка технологии приготовления (желательно выдерживание в бочках) и подбор лучшего соотношения мандаринового сока и воды.

Список литературы

1. Цинцадзе О. Е., Архипова Н. А. Современные тенденции при производстве фруктовых вин/ Международный научно-исследовательский журнал. – № 9 (111), Часть 1, сентябрь, – 2021 – с. 67–71. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.60797/IRJ.2021.111.

2. Интернет-сайт «AlcoFan» Вино из мандаринов в домашних условиях: рецепт приготовления. Дата публикации: октябрь 2025. URL: https://alcofan.com/kak-sdelat-vino-iz-mandarinov.html?ysclid=mtesc11cjh508876250.

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ САПРОФАГОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Уланова Рузалия Владимировна[1], Ксенофонтов Александр Леонидович[2], Тимофеева Анна Викторовна[2], Куликов Денис Сергеевич[3]

[1] Институт микробиологии им С. Н. Виноградского Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Россия, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 7, корп. 2, 117312
[2] Научно-исследовательский институт физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Россия, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1, с. 40, 119234
[3] Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, Россия, Московская обл., г/о Ленинский, г. Видное, ул. Школьная, д. 78, 142703

Для ликвидации мирового голода перспективной заменой традиционному сырью является биомасса насекомых, представляющая самую многочисленную группу организмов на Земле. Целью нашей работы являлось изучение биотехнологического потенциала почвенных насекомых сапрофитов для получения пищевых и кормовых препаратов повышенной биологической ценности и эффективности. Отбор насекомых проводили среди видов: *Nauphoeta cinerea, Acheta domesticus, Gryllus bimaculatus, Dendrobaena Veneta, Alphitobius diaperinus, Telebrio molitor*. Белок биомассы изученных насекомых был представлен 19 аминокислотами. В составе незаменимых аминокислот преобладали лейцин и лизин, у *Alphitobius diaperinus и Telebrio molitor* отмечено высокое содержание валина. Доля незаменимых аминокислот в образцах варьировала от 36,6 до 43,0%. В составе *Nauphoeta cinerea* количество мононенасыщенной олеиновой кислоты достигало 45,45%. Сравнительно высокие показатели содержания полиненасыщенной линолевой кислоты были у *Gryllus bimaculatus* (37,8%), *Alphitobius diaperinus* (34,2%), *Acheta domesticus* (24,8%) и *Nauphoeta cinerea* (18,1%). Полученные результаты демонстрируют перспективность изученных видов насекомых в качестве источника ценных белково-липидных ингредиентов продуктов питания и комбикормов.

Ключевые слова: насекомые, биотехнология, белки, аминокислоты, жирные кислоты.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ МЕТОДОВ КОНСЕРВИРОВАНИЯ РЫБЫ (ОБЗОР)

Арабова Зарема Михайловна[1]*, Тимакова Светлана Ивановна[2], Нугманов А.Х.-Х.[3]

[1,2] ГЕОХИ РАН, г. Москва, Россия
[3] Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия
**zar.arabova@yandex.ru*

Аннотация. Настоящая работа посвящена анализу научных и технологических аспектов процессов сушки, вяления и копчения рыбы, рассмотрению их физико-химических основ, а также сравнительной оценке достоинств и недостатков с точки зрения получения качественного и безопасного продукта. Целью данного обзора является обобщение существующих знаний о традиционных методах тепловой обработки рыбы и выявление ключевых факторов, определяющих эффективность консервирования.

Ещё в доисторические времена возникла необходимость заготовки рыбы впрок, так как улов быстро портился. Первыми способами сохранения стали сушка, вяление и копчение. В современном понимании каждый из этих методов представляет собой сложный комплекс физических, химических и биохимических процессов, требующий строгого соблюдения технологических параметров.

1. Вяление – это процесс медленного обезвоживания предварительно посоленной рыбы в естественных условиях (на вешалах) при температуре не выше 35 °C. В отличие от простой сушки, вяление сопровождается активным протеканием ферментативных реакций, активируемых солнечным излучением. В результате этого процесса мышечная ткань рыбы приобретает характерный янтарный цвет, плотную консистенцию и специфический вкус [1].

2. Сушка – это обезвоживание рыбы, при котором из-за риска прогоркания можно использовать только сырьё с низким содержанием жира. Главная цель – снизить активность воды (Aw) для подавления микроорганизмов, хотя часть из них может сохраняться и требовать контроля. Недостатками являются потеря вкуса из-за улетучивания аромата, окисление и денатурация белков [2, 3].

3. Копчение – это процесс насыщения рыбы продуктами неполного сгорания древесины (дымовыми газами) – альдегидами, кетонами, фенолами и другими органическими соединениями, обладающими бактерицидными свойствами и пряным ароматом. Данные вещества оседают на поверхности рыбы, вызывая её «дубление», что создаёт дополнительную защиту от проникновения микроорганизмов [4, 5].

Заключение

Проведённый анализ подтверждает актуальность традиционных методов обработки рыбы (вяление, сушка, копчение), каждый из которых обладает специфическими ограничениями и преимуществами. Сушка, несмотря на широкое

распространение, сопряжена с потерей ароматических соединений, окислением липидов и денатурацией белков, что снижает пищевую ценность и требует дополнительной кулинарной подготовки.

Сравнительный анализ выявляет значимые различия по температурным режимам, длительности и механизму консервирования: вяление – самый низкотемпературный и продолжительный процесс (≤35° С, до 2–3 недель), сочетающий обезвоживание с ферментативной активностью, что обеспечивает насыщенный вкус и высокую сохранность пищевой ценности. Сушка действует только за счёт снижения активности воды (несколько часов–суток), но ведёт к пресности и среднему риску порчи, зависящему от остаточной влажности; копчение отличается максимальным диапазоном параметров (20–40° С и 80–120° С; от 30 минут до месяца) и комбинированным механизмом – обезвоживание с антисептической пропиткой тканей компонентами дыма, что даёт низкий риск порчи и специфический аромат, занимая промежуточное положение по органолептике. Таким образом, вяление – наиболее медленный, но вкусовой и питательный метод, сушка – быстрый и технологичный, однако рискованный и менее ценный, копчение – универсальная «золотая середина» по сбалансированности параметров и надёжности хранения.

Ключевые слова: сушка, рыба, вяление, копчение, хранение, естественные условия, консервация.

Список литературы

1. Бессмертная И. А. Научные основы и технологические аспекты производства вяленых и сушено-вяленых рыбных продуктов. Калининград: КГТУ. 2015. 226.

2. Решетняк А. И. Основы технологии сушки рыбы. Астрахань: Изд-во АГТУ. 2018.

3. Мельникова И. В., Кочетов А. А. Исследование влияния параметров сушки на качество и безопасность рыбного полуфабриката. Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 3. С. 436–446.

4. Ким Э. Н., Тимчук Е. Г., Заяц Е. А., Глебова Е. В., Лаптева Е. П. Оценка качества коптильного дыма на основе его физико-химических характеристик. Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 115–118.

5. Ершов А. М., Похольченко В. А., Ершов М. А. Опыт внедрения современных технологий сушки и копчения рыбы на базе малых инновационных предприятий. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 6(2). С. 367–370.

ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГИБРИДА АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА *CLARIAS GARIEPINUS*

Климук Анастасия Алексеевна*, Сергазиева Ольга Дмитриевна,
Царьков Максим Денисович

ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73, 109004
**klimukanastasia27@gmail.com*

В рамках выполнения гранта Российского научного фонда (РНФ) № 25-26-00181 проведены исследования рыбной продукции из гибрида клариевого сома (михайловская×таманская) [1]. Цель – изучение химических показателей продукции. Маркетинговые данные свидетельствуют о стабильном росте спроса на готовые рыбные изделия из фарша [2]. Исследовали филе и кулинарные изделия (рецептура № 541) из гибрида. Химический состав по ГОСТ 7636-85. Массовая доля белка в филе 22,52±2,6, в полуфабрикате 13,2±1,3%. Несмотря на снижение, уровень остается в пределах нормативов для рыбных котлет (10–12%, ТТК2758). Массовая доля жира 6,6–4,3%. Значения ВУС во всех образцах (98,7–98,8%) свидетельствуют о сохранении структурной целостности мышечных белков. Энергетическая ценность котлет (85,2±1,5 ккал/100 г) позволяет позиционировать изделия как низкокалорийный продукт, пригодный для использования в диетическом и функциональном питании. Комплекс товароведных характеристик подтверждает технологическую целесообразность использования гибрида африканского сома в качестве сырья для производства кулинарных изделий.

Ключевые слова: африканский клариевый сом, *Clarias gariepinus*, гибрид, химический состав, пищевая ценность, филе, кулинарные изделия.

Список литературы

1. Сергазиева О. Д. Технологические и биохимические свойства рыбных филе и фаршей из гибридов африканского клариевого сома для производства пищевых рыбопродуктов / О. Д. Сергазиева, А. А. Климук, М. Д. Царьков // Вестник ВГУИТ. – 2025. – Т. 87. – № 3. – С. 113–121.

2. Исследование потребительских предпочтений рыбной кулинарной продукции / Е. Ю. Лебедева, А. А. Неваленная, С. В. Золотокопова, А. И. Миронов. – Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2022. – №. 1 (73). – С. 37–42.

КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Головин Сергей Николаевич*, Кириченко Евгения Юрьевна,
Набиуллина Розалия Дамировна

*[1] Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, 344000
labbiobez@yandex.ru

Культивируемое мясо – технология производства мясных продуктов методами тканевой инженерии, предлагаемая как альтернатива животноводству [1]. В докладе рассмотрены технологические платформы: 3D-биопечать, биореакторы, типы клеточных линий, съедобные матриксы и состояние регуляторики в мире [2]. Отдельно охарактеризована ситуация в России, где сама технология и нормативная база находятся в стадии формирования. Впервые продемонстрировано сочетание 3D-биопечати и мониторинга в режиме реального времени с применением алгоритмов на основе искусственного интеллекта для производства гибридного культивируемого мясного продукта из клеток кролика, альгинатного гидрогеля и белка подсолнечника с органолептическими свойствами мяса [3].

Ключевые слова: культивируемое мясо, тканевая инженерия, клеточные культуры, 3D-биопечать.

Список литературы

1. Hwang Y.-H., Kim S., Kim C. [et al.] Survey on the Global Technological Status for Forecasting the Industrialization Timeline of Cultured Meat //Foods. – 2025. – Т. 14. – №. 24. – С. 4222.
2. Kulus M., Jankowski M., Kranc W. [et al.] Bioreactors, scaffolds and microcarriers and in vitro meat production–current obstacles and potential solutions //Frontiers in Nutrition. – 2023. – Т. 10. – С. 1225233.
3. Nabiullina R., Golovin S., Kirichenko E. [et al.] 3D bioprinting of cultivated meat followed by the development of a fine-tuned YOLO model for the detection and counting of lipoblasts, fibroblasts, and myogenic cells //Frontiers in Bioscience-Landmark. – 2025. – Т. 30. – №. 3. – С. 36266.

ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА КЛЕТОЧНОГО РОСТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУЛЬТИВИРУЕМОГО МЯСА

Набиуллина Розалия Дамировна[1]*, Кириченко Евгения Юрьевна[1], Головин Сергей Николаевич[1]

[1] Научно-исследовательская лаборатория «Медицинские цифровые изображения на основе базисной модели», Донской Государственный Технический университет, г. Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, д. 1, 344000
**nabiullina.study@gmail.com*

Культивируемое мясо рассматривается как перспективный пищевой продукт, получаемый методами клеточной биофабрикации без использования животных, что делает актуальной разработку инструментов контроля клеточных культур для устойчивой пищевой промышленности. Одним из узких мест производства остается оценка концентрации клеток: стандартная процедура с открепением клеток, окрашиванием и подсчетом в гемоцитометре занимает около 20 минут на один флакон и снижает воспроизводимость процесса при масштабировании. Предложена веб-платформа для анализа микрофотографий клеточного монослоя без открепления и окрашивания клеток. Новизна подхода состоит в реализации принципа human-in-the-loop: эксперт выполняет разметку изображений в браузере с использованием PULLAR [1], после чего модель дообучается и повышает точность детектирования. Это позволяет адаптировать систему к новым типам клеток без предварительного формирования большого размеченного датасета. Разработанное решение сокращает трудозатраты на контроль качества, ускоряет анализ и повышает воспроизводимость биотехнологического производства. Помимо культивируемого мяса, платформа может применяться при создании других клеточных пищевых продуктов, а также в клинической диагностике и ветеринарии.

Ключевые слова: культивируемое мясо, клеточная биофабрикация, пищевая биотехнология, компьютерное зрение, нейронные сети, контроль качества, human-in-the-loop.

Список литературы

1. Kirichenko E. et al. PULLAR – Pull-based Unified Learning and Labeling for Annotated Research // TechRxiv. 2025. DOI: 10.36227/techrxiv.176581743.31985488/v1.