

БИОТЕХ-2025

Тезисы докладов
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

8–10 апреля 2025 года



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

БиоТех–2025

Тезисы докладов
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

8–10 апреля 2025 года



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург
2025

УДК 576.3+576.5+578.2+578.7+579.6+615.45+616.33+664+637.07+663.1
ББК 28.0
Б63

БиоТех–2025 : тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 8–10 апреля 2025 г. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – 154 с.

В сборник включены тезисы докладов студентов, аспирантов, молодых ученых и сотрудников Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, а также студентов и работников других российских и зарубежных образовательных, научных и производственных организаций.

Сборник представляет интерес для специалистов-биотехнологов, занимающихся научными разработками в сфере отраслевых биотехнологий и пищевых систем, а также для студентов профильных специальностей и преподавателей высших учебных заведений.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Редакционная коллегия

Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ:

*Ю. Г. Базарнова, А. Д. Севастьянова, Е. Б. Аронова, Н. Т. Жилинская,
Т. А. Кузнецова, О. Б. Иванченко, Н. В. Барсукова, С. А. Елисеева*

ISBN 978-5-7422-9104-6

© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2025

БиоТех – 2025

Тезисы докладов
II Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
08 – 10 апреля 2025 года

Официальные партнеры



Яндекс  Лавка

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Базарнова Юлия Генриховна, д.т.н., профессор, почетный работник науки и высоких технологий РФ, директор Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Васин Андрей Владимирович, д.б.н., доцент, профессор РАН, директор Института биомедицинских систем и биотехнологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Гнилицкий Владимир Григорьевич, ведущий технолог ООО «Партия еды»

Джурович Саша, PhD, старший научный сотрудник Института общей и физической химии (г. Белград, Сербия)

Карпенко Марина Николаевна, д.б.н., профессор Высшей школы биомедицинских систем и технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Павлова Оксана Валерьевна, к.т.н., доцент, заведующий Кафедрой технологии, физиологии и гигиены питания Факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы

Политаева Наталья Анатольевна, д.т.н., профессор, профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Потороко Ирина Юрьевна, д.т.н., профессор, директор Высшей медико-биологической школы Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета)

Сысоева Мария Александровна, д.х.н., доцент, заведующий Кафедрой пищевой биотехнологии Института пищевых производств и биотехнологии Казанского национального исследовательского технологического университета

Титова Инна Марковна, к.т.н., доцент, заведующий Кафедрой технологии продуктов питания Института агроинженерии и пищевых систем Калининградского государственного технического университета

Хужаамишукуров Нортोजи Абдихаликович, д.б.н., профессор, профессор Кафедры биотехнологии Факультета пищевых и винодельческих технологий Ташкентского химико-технологического института

Чеглакова Ирина Александровна, руководитель направления по разработке биологически активных добавок ГК «Алкор Био»

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Аронова Екатерина Борисовна, к.т.н., доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Базарнова Юлия Генриховна, д.т.н., профессор, почетный работник науки и высоких технологий РФ, директор Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Барсукова Наталья Валерьевна, к.т.н., доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Большаков Вячеслав Николаевич, к.б.н., доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Елисеева Светлана Анатольевна, к.т.н., доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Жилинская Надежда Тарасовна, к.б.н., доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Иванченко Ольга Борисовна, к.б.н., доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Кузнецова Татьяна Алексеевна, к.б.н., доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Севастьянова Анна Дмитриевна, старший преподаватель Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

МОЛЕКУЛЯРНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

ПОДБОР МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM*

М. Атаев¹, Н.Т. Жилинская^{1,2}, Ю.В. Косульников³

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

³ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

сельскохозяйственной микробиологии»

г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

lyaban500@gmail.com

Rhizobium Leguminosarum – это вид ризосферных клубеньковых бактерий, которые обладают азототоксирующей способностью. Бактерии *R. Leguminosarum* используют при производстве биоудобрений. Бактерии используют различные источники углерода, которые влияют на образование биомассы бактерий [1].

Цель исследования – провести сравнительный анализ накопления биомассы бактерий *R. Leguminosarum* при их культивировании на модифицированных питательных средах.

Материалы и методы исследования. Объект исследования – культура бактерий *R. Leguminosarum* штамм 772. Для культивирования была использована питательная среда № 79 и модифицированные варианты этой среды. Состав питательной среды № 79 (контроль): маннит как источник углерода – 10,0 г/л, дрожжевой экстракт – 1,0 г/л, K₂HPO₄ – 0,5 г/л, MgSO₄·7H₂O 0,2 г/л, NaCl 0,1 г/л. В модифицированных вариантах осуществлялась замена маннита, эквивалентно массе 10 г/л для каждого варианта, на альтернативные источники углерода: меласса, сахароза, крахмал. Культивирование бактерий осуществлялось в течение 7 дней. Определение титра бактерий проводилось по методу Коха [2].

Результаты исследования. Результаты по накоплению биомассы бактерий в модифицированных питательных средах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние источников углерода в питательной среде на накопление биомассы бактерий *R. Leguminosarum*

Углеродный компонент	Концентрация живых клеток, КОЕ 10 ⁷ /мл
Маннит	2
Меласса	29
Сахароза	377
Крахмал	153

Наибольший титр бактерий наблюдается при их культивировании на питательной среде, содержащей сахарозу: КОЕ 377·10⁷/мл.

Заключение. Для культивирования *R. Leguminosarum* рекомендовано использовать модифицированную питательную среду, содержащую сахарозу, в том числе с учетом более низкой себестоимости сахарозы по сравнению с маннитом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якименко, М.В. Оценка интенсивности роста штаммов *Bradyrhizobium Japonicum* и *Sinorhizobium Fredii* дальневосточной селекции на средах с различными углеводами / М.В. Якименко, С.А. Бегун, А.И. Сорокина // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – № 6. – С. 33–37.

2. Кондакова, Г.В. Санитарная микробиология: Текст лекций / Г.В. Кондакова – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 84 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА И МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА В КУРИНОЙ ПЕЧЕНИ

Т. Балтабаев¹, С.А. Иванова¹, Ю.Г. Змитриченко², Н.Т. Жилинская^{1,2}

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

baltabaev.t@edu.spbstu.ru

Активные формы кислорода постоянно образуются в аэробных условиях при различных метаболических реакциях, но баланс в живых организмах обеспечивается за счет их дезактивации антиоксидантами. Основным провоцирующим фактором в развитии окислительного стресса является нарушение баланса между антиоксидантной и прооксидантной системами. Одним из маркеров оксидативного стресса клетки является малоновый диальдегид (МДА). Основным защитником организма от бесконтрольного увеличения свободных радикалов и подавления окисления липидов является система глутатиона, которая включает в себя глутатион и ферменты его метаболизма. Показатели уровня восстановленного глутатиона (ВГ) и МДА служат маркерами антиоксидантной защиты клеток тканей на молекулярном уровне. Одним из мощнейших поставщиков свободных радикалов являются гепатоциты. В качестве модельного объекта была выбрана печень, поскольку она является органом, подверженным воздействию различных токсинов, которые могут привести к её повреждению и нарушению функций

Цель исследования – определить концентрацию и соотношение уровня ВГ и МДА в печени интактных кур как объекта экспериментальных исследований в области биологии и ветеринарии, безопасности пищевого сырья.

Материалы и методы исследования. Куриная печень от животных в возрасте 5 месяцев. Спектрофотометр КФК-3-01, гомогенизатор SilentCrusher M (IKA® Werke, T25 Basic), центрифуга с охлаждением (IEC Centra CL3 Series Centrifuges), pH-метр (CHECKER 1 HANNA HI98103). Для определения содержания МДА в тканях куриной печени был выбран метод, основанный на взаимодействии МДА с тиобарбитуровой кислотой. Для определения ВГ использовалась методика G.L.Ellman с 5,5-дитио-бис-(2-нитробензойной) кислотой.

Результаты исследования. Печень была разморожена естественным образом, после чего к ней был добавлен 0,1 М фосфатно-солевой буфер. Затем печень гомогенизировали. Гомогенат центрифугировали при следующем режиме: 3 000 об/мин, температура +3°C, время – 15 мин. Из полученного гомогената тканей была отобрана надосадочная жидкость. В супернатанте, в последующем обработанном согласно методикам, определяли концентрацию ВГ и МДА спектрофотометрическим методом. Было установлено, что в тканях печени интактных кур концентрация ВГ составляла от 9,5 до 10,1 мкмоль/л, а концентрация МДА – от 1,5 до 1,2 мкмоль/л. Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень ВГ значительно превышает уровень МДА. Это указывает на то, что у здоровых кур антиоксидантная система работает нормально. Результаты исследования подтверждают эффективность функций антиоксидантной защиты гепатоцитов печени здоровых животных.

Заключение. Изучение функционального состояния антиоксидантной системы тканей животных рекомендуется применять при оценке безопасности пищевого сырья и кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буеверов А. О. Оксидативный стресс и его роль в повреждении печени // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2002. – Т. 12. – №. 4. – С. 21-25.

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ УЛЬТРАЗВУК И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA*

А.К. Брянкина, К.И. Меронюк, Я.В. Устинская, М.С. Темнов, Д.С. Дворецкий

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
г. Тамбов, Россия
alex.tambov.ru@mail.ru

Наиболее ответственным этапом в биотехнологиях на основе микроводорослей являются стадии их культивирования, от способа организации которой зависит конечный вид продукта. Поэтому основным направлением исследований является поиск наиболее эффективных способов увеличения прироста биомассы.

Цель исследования - оценка влияния ультразвукового излучения различной мощности на динамику потребления фосфат-анионов, выход сухой биомассы и концентрацию клеток в процессе культивирования *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2.

Материалы и методы исследования. Культивирование микроводорослей проводили на среде Тамия OPTIMUM. Культуры микроводорослей термостатировали при температуре 30 ± 1 °С, уровне освещенности $7 \pm 0,5$ клк. Через суспензию барботировали газовоздушную смесь с содержанием CO₂ 0,03% и расходом 80 л/ч. Облучение ультразвуком производилось ежедневно в течение 1 минуты мощностью 20, 160 и 300 Вт. Измерение концентрации клеток проводилось методом прямого подсчета в камере Горяева. Раз в 2 дня определялась концентрация фосфатов в культуральной жидкости. После выхода на стадию отмирания сконцентрированную центрифугированием биомассу сушили до постоянной массы и взвешивали.

Результаты исследования. Статистический анализ показал, что ультразвук положительно влияет на рост числа клеток микроводорослей. Самая высокая концентрация клеток наблюдалась в образце с мощностью обработки 300 Вт – $1752,50 \pm 122,68$ млн кл/мл, что на 141,7 %, 13,4 % и 29,8 % больше, чем у контроля и образцов, облучаемых ультразвуком мощностью 20 Вт и 160 Вт, соответственно. Выход сухой биомассы увеличивается на 62,4 % по сравнению с контрольным образцом при воздействии ультразвуком мощностью 300 Вт.

Данный результат можно объяснить следующими факторами. Первый фактор - влияние ультразвука на агрегацию клеток [1]. Второй фактор – кавитационный эффект. При этом образуются микротечения, ускоряющие процессы диффузии и теплообмена, что приводит к повышению скорости реакций [2]. Третий фактор – влияние ультразвука на активность ферментов. При анализе содержания фосфатов в культуральной жидкости был замечен прирост их концентрации, согласующийся с ускорением прироста числа клеток микроводоросли.

Заключение. Полученные результаты экспериментальных исследований доказали высокую эффективность высокоэнергетической ультразвуковой обработки, оказывающей положительное влияние на рост количества клеток микроводорослей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Robles, M. Effect of low-frequency ultrasound on disaggregation, growth and viability of an extremotolerant cyanobacterium / M. Robles, I. Garbayo, J. Wierzbos, C. Vélchez, M. Cuaresma // Appl. Phys. - 2022. - V. 34. - P. 2895-2904.
2. Акопян, В. Б., Ершов, Ю.А., Шукин, С.И. Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии: учебное пособие для вузов. М.: Издательство Юрайт. - 2023. - С. 224.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК НА ФЕРМЕНТАЦИЮ МОЛОКА

Н.С. Воробьева, Е.С. Белокурова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
nataliya-vorobeveva-98@mail.ru

Качество молока питьевого определяется множеством факторов, среди которых особое внимание уделяется содержанию соматических клеток. Соматические клетки – это, как правило, лейкоциты и эпителиальные клетки, попадающие в молоко. Их количество в молоке является важным показателем здоровья животного и качества молока [1]. Соматические клетки в молоке появляются в результате естественных физиологических процессов, а также при воспалительных заболеваниях вымени, таких как мастит. В норме количество соматических клеток в молоке здоровой коровы составляет от 100 000 до 200 000 клеток на миллилитр. При увеличении количества соматических клеток в молоке изменяется его состав. В частности, снижается содержание казеина – основного молочного белка, который играет ключевую роль в производстве сыра и других молочных продуктов. Это связано с тем, что при воспалительных процессах в вымени увеличивается активность ферментов, разрушающих белки [2].

Цель исследования – изучение влияния соматических клеток на функционально-технологические свойства молока.

Материалы и методы исследования. В представленной работе из 5 хозяйств было отобрано сырое коровье молоко, которое исследовали на содержание соматических клеток на приборе Bentley Combi FTS и проверяли функционально-технологические свойства отобранных образцов молока на тестовой культуре микроорганизмов *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*.

Результаты исследования. Содержание соматических клеток в исследуемых образцах коровьего молока определенное с помощью инфракрасной спектроскопии составило от 180 до 4300 клеток/мл. У образцов с низким содержанием соматических клеток наблюдалась очень густая, высоковязкая структура готового кисломолочного продукта, так как ферментация молока с помощью *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* способствует накоплению экзополисахаридов, которые являются натуральными загустителями и стабилизаторами консистенции при производстве кисломолочных продуктов. У образцов с повышенным содержанием соматических клеток наблюдалась пониженная способность к ферментации, что свидетельствует о снижении его технологических свойств.

Заключение. Повышенное количество соматических клеток негативно влияет на содержание и качество белка в молоке, что сказывается на его технологических свойствах и пищевой ценности. Для обеспечения высокого качества молока необходимо уделять внимание здоровью животных, условиям их содержания и регулярному мониторингу уровня соматических клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. - 5-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2021. - 336 с.
2. Шуварин, М. В. Состояние и отдельные проблемы современного молочного скотоводства в России, и пути их решения / Шуварин М. В., Борисова Е. Е., Ганин Д. В., Суханова Т. В., Шуварина Н. А., Леханов И. А. // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – № 2(31). – С. 389-393.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГЛЮКОЗЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕТОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ В КУЛЬТУРЕ

А.А. Грибков, В.Н. Большаков

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
hllayz@icloud.com

В данной работе рассматриваются современные методы оптимизации процессов культивирования клеток млекопитающих и влияние различных концентраций глюкозы на их продуктивность на основании анализа литературных данных.

Оптимизация процесса культивирования путем изменения состава среды и концентраций её различных компонентов позволяет выявить лимитирующие факторы продуктивности клеток млекопитающих в культуре.

Цель исследования – сравнительный анализ научной литературы по влиянию различных концентраций глюкозы на продуктивность культур клеток с последующей оптимизацией процесса культивирования.

Материалы и методы исследования. Анализ литературных данных [1-3] по следующим вопросам:

1. Методы приготовления ростовых сред для клеток млекопитающих, условия для хранения, методы стерилизации сред;
2. Влияние различных концентраций глюкозы на процесс культивирования, поддержания pH в среде, гликопрофиль белка продуцируемых клеток;
3. Сравнение результатов продуктивности клеток млекопитающих на различных концентрациях глюкозы в ростовых средах.

Результаты исследования. Были проанализированы 27 литературных источников. Исследования показывают, что применение концентрации глюкозы от 3 до 10 г/л благоприятно влияют на рост клеточной культуры и её продуктивность, без изменений гликопрофиля самого продукта культивирования.

Заключение. Авторы планируют использовать описанные в литературе подходы для оптимизации процесса культивирования клеток СНО, экспрессирующих специфические гетерологичные белки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Castilho, L. R. Continuous animal cell perfusion processes: the first step toward integrated continuous biomanufacturing // Continuous processing in pharmaceutical manufacturing / Subramanian G., ed. - Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2015. - P. 115-154.
2. Abaandou L. et al. Affecting HEK293 Cell Growth and Production Performance by Modifying the Expression of Specific Genes // Cells. - 2021. - Vol. 10, № 7. - Art. 1667. - 18 p.
3. Нечаева Е.А., Радаева И.Ф., Думченко Н.Б., Сумкина Т.П., Богрянцева М.П., Сенькина Т.Ю. Бессывороточная питательная среда для культивирования клеток и вирусов // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. - 2018. - № 4. - С. 85-97.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ШТАММА *KOMAGATAELLA PHAFFI* – ПРОДУЦЕНТА КУТИНАЗЫ ИЗ *AUREOBASIDIUM PULLULANS* ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА

Ф.К. Ермилов^{1,2}, А.А. Кульминская^{1,2}, И.А. Сизова^{1,2}

¹ ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»

² ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»,
Курчатовский геномный центр, Ленинградская обл., г. Гатчина, Россия
ermilov.filipp03@gmail.com

Кутиназы – группа ферментов, относящихся к семейству α/β гидролаз, основным субстратом которого является кутин – нерастворимый полиэфир. Перспективным направлением использования кутиназ является разложение отходов биоразлагаемых полимеров, например поликапролактона (PCL).

В качестве микробной платформы для конструирования рекомбинантного продуцента кутиназы был выбран штамм метилотрофных дрожжей *Komagataella phaffi* GS115 благодаря наличию высокопродуктивного промотора АОХ1 и механизмов эффективной секреции гетерологичных белков в культуральную жидкость (КЖ). В основном, методы увеличения продуктивности штамма-продуцента сводятся к двум подходам: (1) увеличение количества рекомбинантного белка в КЖ, например, за счет увеличения копийности получаемых трансформантов и (2) увеличение удельной активности рекомбинантного продукта во многом с помощью изменения конформации его активного центра.

Цель настоящей работы заключается в создании штамма продуцента кутиназы с увеличенной продуктивностью посредством увеличения числа копий гена в хромосоме и сайт-специфического мутагенеза по гену кутиназы.

Кодирующую последовательность кутиназы сконструировали на основе данных геномной базы MycoCosm и приготовили с использованием ПЦР на матрице хромосомной ДНК *A. pullulans* ВКМ 1116. Ген *ApCut1* проклонировали в экспрессионном векторе pZalfaA путем слияния с сигнальной последовательностью для секреции белка в КЖ и трансформировали в клетки *K. phaffi*. Для получения многокопийных клонов использовали прямую зависимость между уровнем резистентности трансформанта к антибиотику зеоцину (ZcR) и количеством копий интегрированных в хромосому генов, сцепленных с маркером ZcR. Мы подобрали условия одноэтапной селекции на среде с Zc и получили многокопийные по гену *ApCut1* клоны. Далее, на основе молекулярного моделирования и BLAST-анализа с высокоомологичной кутиназой из *Cryptococcus* sp. S-2 (CrCUTS-2) [1] (69%), в гене *ApCut1* определили аминокислотные замены (Y77W, L205F, Y77W/L205F), которые могут стимулировать гидролитическую активность кутиназы. Данные замены были внесены с использованием ПЦР. В результате мы получили многокопийные клоны, синтезирующие белки *ApCUT1*, *ApCUT1Y77W*, *ApCUT1L205F*, *ApCUT1Y77W/L205F*, которые культивировали в жидкой среде с добавлением индуктора. Ферментативную активность указанных белков определяли по влиянию КЖ на эффективность расщепления специфичного для кутиназ субстрата и деградацию частиц PCL в агаризованной среде. Полученные результаты показали, что внесенные аминокислотные замены повышают гидролитическую активность фермента *ApCUT1*, точные количественные характеристики стимулирующего эффекта определяем в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Crystal structure and enhanced activity of a cutinase-like enzyme from *Cryptococcus* sp. strain S-2 / Y. Kodama, K. Masaki, H. Kondo [et al.] // *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*. – 2009. – Vol. 77. – № 3. – P. 710-717.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ IN SILICO СОДЕРЖАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ МЫШЕЙ И КРЫС

С.А. Иванова¹, Е.В.Башкатова², Г.В.Точильников², Н.Т. Жилинская^{1,2}

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

ivanova4.sa@edu.spbstu.ru

Глутатион является одним из молекулярных маркеров антиоксидантной системы защиты клеток животных и человека. Представляет собой водорастворимый внутриклеточный трипептид, состоящий из аминокислот цистеина, глутаминовой кислоты и глицина. Может находиться в форме восстановленного и окисленного соединений. Значительная часть глутатиона (около 90 %) образуется в печени и далее транспортируется в другие органы и ткани. Количественное определение глутатиона в тканях органов экспериментальных животных проводят биохимическим методом по I.Rahman в модификации [1].

Цель исследования – провести in silico сравнительный анализ содержания восстановленного глутатиона (ВГ) в тканях печени животных, наиболее часто используемых в области экспериментальной онкологии, для построения целевых калибровочных графиков при использовании метода I.Rahman.

Материалы и методы исследования. База данных на онлайн платформе последовательности белков UniProt по содержанию восстановленного ВГ в тканях печени отряда грызунов – мышей и крыс.

Результаты исследования. База данных UniProt содержит информацию об уровне ВГ в тканях печени мышей. Результаты показали, что уровень ВГ у молодых мышей составляет около $8,57 \pm 0,318$ нмоль/мл, а у старых уровень ВГ понижается до $5,47 \pm 0,274$ нмоль/мл. [2].

Также база данных UniProt содержит информацию о ВГ в тканях печени крыс. Результаты проведенных исследований показали, что в гомогенатах печени у группы молодых крыс концентрация ВГ составляет около $6,5 \pm 0,562$ нмоль/мл ВГ, а у старых крыс его уровень снижается до $3,4 \pm 0,725$ нмоль/мл [3].

Содержание ВГ в печени мышей выше, чем в печени крыс, что объясняется, вероятно, более высокой скоростью протекания процессов метаболизма у мышей.

Заключение. Рекомендовано, на стадии разработки дизайна эксперимента, включать исследование базы данных UniProt по содержанию ВГ в тканях печени интактных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкатова, Е.В. Оптимизация метода определения восстановленного глутатиона в тканях животных / Е.В.Башкатова, В.Г. Дранишников, Ю.Г. Змитриченко, Н.Т. Жилинская // Политех наукам о жизни: сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых, 24-27 октября 2023 г. - СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. - С.112.

2. Веб-страница на онлайн платформе UniProt «Glutathione contents of tissues in the aging mouse». [Электронный ресурс]: офиц. сайт. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7406884>.

3. Веб-страница на онлайн платформе UniProt «Glutathione status and reactive oxygen generation in tissues of young and old exercised rats». [Электронный ресурс]: офиц. сайт. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9079154>.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА БИОСИНТЕЗ КСАНТАНА БАКТЕРИЯМИ *XANTHOMONAS CAMPESTRIS*

А.М. Киреева¹, А.Е. Барашков¹, Н.Т. Жилинская^{1,2}

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

akireeva2109@gmail.com

Ксантановая камедь – экзополисахарид, который получают путем биосинтеза бактерий *Xanthomonas campestris* [1].

Рост продуцента и синтез им ксантана невозможен без присутствия в составе питательной среды органических кислот [2]. Однако важно, при подборе питательной среды, учитывать концентрацию добавляемых органических кислот, так как они могут повлиять на значения pH, благоприятные для синтеза целевого микробного продукта.

Оптимальное значение pH среды для культивирования бактерий *Xanthomonas campestris* равно 6,0 [3].

Цель исследования - изучение влияния янтарной и лимонной кислот заданной концентрации на биосинтез ксантана бактериями рода *Xanthomonas*.

Материалы и методы исследования. Для культивирования бактерий *Xanthomonas campestris* использовали минеральную питательную среду следующего состава: глюкоза – 40 г/л; мочевины – 0,9 г/л; KH_2PO_4 – 5 г/л; CaCl_2 – 1,2 г/л; $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – 1 г/л; H_3BO_3 – 0,6 г/л; ZnSO_4 – 1,24 г/л; $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ – 0,24 г/л. Культивировали глубинным способом при температуре 30 °С и скорости перемешивания 240 об/мин. Выделение ксантана осуществляли с добавлением этилового спирта методом центрифугирования при 4000 об/мин, температура 4 °С, время – 25 минут.

Результаты исследования. Культивирование *Xanthomonas campestris* проводили на двух минеральных питательных средах: в первую добавляли лимонную кислоту в концентрации 2 г/л, во вторую - янтарную кислоту в концентрации 2 г/л. По результатам культивирования бактерий и выделения ксантана были получены следующие данные.

На среде без добавления органических кислот выход ксантана составил 5 г/л. На среде с добавлением янтарной кислоты выход ксантана составил 2,4 г/л, при добавлении лимонной кислоты выход ксантана составил 2,7 г/л.

Заключение. Добавление органических кислот в концентрации 2 г/л ингибирует рост биомассы, и, как следствие, приводит к понижению количества синтезируемой ксантановой камеди вследствие изменения pH среды. Рекомендовано продолжить исследования по подбору концентраций органических кислот, вносимых в питательную среду, для оптимального выхода ксантана при его биотехнологическом производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Palaniraj A., Jayaraman V. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* // Journal of food engineering. – 2011. – V. 106. – №. 1. – С. 1-12.
2. Хисаметдинов М. Р. и др. Влияние состава питательной среды на рост культуры *Xanthomonas campestris* и синтез экзополисахарида ксантана // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – №. 2. – С. 104-110.
3. Laala S. et al. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Algeria // Phytopathologia Mediterranea. – 2021. – Т. 60. – №. 1. – С. 51-62.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕКОМБИНАНТНОЙ
АЛЬФА-АМИЛАЗЫ ИЗ *BACILLUS SP.*, ЭКСПРЕССИРУЕМОЙ
В ДРОЖЖАХ *S. CEREVISIAE***

**А.Е. Климцева^{1,3}, Д.А. Головкина^{1,2}, Т.А. Евстюхина^{1,2}, А.А. Кульминская^{1,2},
Е.И. Почкаева³**

¹ ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»

² ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»,
Курчатовский геномный центр, г. Гатчина, Россия

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
klim.a.e@list.ru

В последние годы биологический катализ с помощью ферментов является достойной альтернативой промышленным катализаторам. Одним из ферментов, способствующих химическому разложению крахмала и нашедший широкое применение в отраслях производства, является альфа-амилаза. Рыночный спрос создает необходимость в разработке ферментных препаратов, способных работать в разнообразных условиях, включая широкий спектр температур и pH. Одним из способов решения этой проблемы является создание генетически модифицированных штаммов-продуцентов, которые могут производить альфа-амилазу с нужными характеристиками и высокой эффективностью.

Целью исследования - определение биохимических параметров рекомбинантной альфа-амилазы из *Bacillus sp.*, экспрессируемой в дрожжах *S. cerevisiae* KEP1/pYES2-Amy.

Материалы и методы исследования. Штамм *S. cerevisiae* KEP1/pYES2-Amy получали в лаборатории биотехнологий ОМРБ ПИАФ [1]. Определяли такие биохимические параметры альфа-амилазы, как температурная и pH-стабильность, температурный и pH- оптимумы.

Результаты исследования. Показано, что температурная стабильность наступала в промежутке от 40 °С до 55 °С, а оптимум достигался при 55 °С, что характеризует фермент как термостабильный. Для определения оптимального уровня pH использовали буферные растворы в диапазоне от 2,6 до 7,6.

Заключение. Установлено, что в диапазоне pH от 6 до 7,6 фермент являлся стабильным. При этом максимальная активность амилазы наблюдалась при pH 5.

Работа выполняется при финансовой поддержке «Курчатовского геномного центра – ПИАФ» программой развития центров генетических исследований мирового уровня, Соглашение No. 075-15-2019-1663.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульминская А.А., Королев В.Г., Евстюхина Т.А., Бобров К.С., Пешехонов В.Т., Корбан С.А., Энейская Е.В. // Рекомбинантная плазмида для экспрессии альфа-амилазы из *Bacillus sp.* НЗ и штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* - продуцент альфа-амилазы из *Bacillus sp.* НЗ, обладающий регулируемой мутабельностью. Заявка № 2023131758 на патент от 29.11.2023 г.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭКСТРАКЦИЮ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА

Д.Е. Латина, А.Д. Севастьянова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
darya.latina@mail.ru

Скорлупа кедрового ореха представляет собой сложный объект для экстракции биологически активных веществ, так как обладает высокой твердостью, что обусловлено плотной структурой клеточных стенок. Использование ультразвуковой обработки может повысить эффективность экстракции за счет разрушения клеточных структур и увеличения проницаемости мембран.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа содержания фенольных соединений в этанольном экстракте из скорлупы кедрового ореха до и после УЗ-облучения для оценки влияния ультразвуковой обработки на эффективность экстракции фенольных соединений.

Материалы и методы исследования. Для исследования была выбрана скорлупа кедрового ореха урожая 2024 года, производство Россия (Сибирский ФО), которую предварительно измельчали на лабораторной мельнице и просеивали через лабораторное сито с ячейками диаметром 3 мм. Затем в коническую колбу отбирали $1,4 \pm 0,1$ г навески скорлупы, добавляли 10 мл этилового спирта и нагревали на водяной бане в течение 10 минут, периодически перемешивая. После охлаждения экстракта до комнатной температуры его разделяли на 2 части, одну из которых подвергали УЗ-обработке в течение 7 минут при мощности 300 Вт. Затем к обеим частям добавляли 10 %-ый раствор Фолина-Чокальтеу, а через 3 минуты – 7,5 %-ый раствор натрия углекислого. По прошествии 1 часа измеряли оптическую плотность смесей на спектрофотометре ЮНИКО 1201 при длине волны 765 нм и длине оптического пути – 1 см [1]. Параметры ультразвуковой обработки были выбраны на основании научной литературы, а также с учетом возможности лабораторной установки [2].

Результаты исследования. Показана эффективность использования ультразвуковой обработки для повышения экстракции фенольных соединений из скорлупы кедрового ореха. Результаты определения содержания фенольных соединений в исследуемых экстрактах показали, что УЗ-облучение этанольных экстрактов из скорлупы кедрового ореха позволило увеличить экстракцию фенольных соединений на 119 % по сравнению с необработанным экстрактом. Кроме того, суммарное количество полифенольных соединений увеличилось на 142 %.

Заключение. Ультразвук способствует более полному высвобождению биологически активных веществ из объектов, обладающих высокой твердостью, например, лигноцеллюлозных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент RU 2700787 С1. Способ определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных объектах. Заявитель: Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В.; опубл. 19.09.2019. – Бюл. № 26.
2. Елапов А.А., Кузнецов Н.Н., Марахова А.И. Применение ультразвука в экстракции биологически активных соединений из растительного сырья, применяемого или перспективного для применения в медицине (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств – 2021. – № 4 – С. 96-116.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТСОДЕРЖАЩЕГО РИСОВОГО НАПИТКА

Ц. Лю¹, П.И. Гунькова^{1,2}, Н.Т. Жилинская^{1,3}

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

² ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»

³ ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

lyu11.ts@edu.spbstu.ru

Ферментация риса для производства алкогольных напитков – древний метод, который широко практикуется в большинстве азиатских стран. Рисовое вино – это алкогольный напиток, содержащий углеводы, белки, органические кислоты, витамины, которые могут принести пользу здоровью потребителей. На вкус производимого рисового вина может влиять рецептура производителей, качество сырья и применяемые для ферментации дрожжевые культуры [1].

Цель исследования – провести сравнительный морфологический анализ физиологической активности двух коммерческих марок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, применяемых для ферментации риса и получения спиртосодержащего рисового напитка (рисового вина).

Материалы и методы исследования. Рис *Oryza sativa*, спиртовые дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* марки «Kodзи Angel» (Китай) и марки «Bragman 48 Universal Turbo» (Великобритания). Объемное содержание спирта этилового в сброженном рисовом сусле определяли на анализаторе «Колосс-2». Фиксированные, окрашенные метиленовым синим, препараты дрожжевых клеток изучали с использованием микроскопа Микмед-5. Функциональное состояние клеток дрожжей на 3, 5 и 7 сутки с начала ферментации оценивали по общему количеству клеток в поле зрения (не менее 50 полей зрения), количество мертвых и живых клеток.

Результаты исследования. Получены характеристики сброженного рисового сусла с использованием различных марок дрожжей. «Kodзи Angel» (марка 1): объемное содержание спирта этилового составило $0,10 \pm 0,01$ %, $15,89 \pm 0,14$ % и $18,58 \pm 0,10$ % на 3-й, 5-й и 7-й дни ферментации соответственно. Количество почкующихся клеток составило: 50 ± 5 %, 40 ± 5 % и 30 ± 5 % от общего количества клеток на 3-й, 5-й и 7-й дни ферментации соответственно. «Bragman 48 Universal Turbo» (марка 2): объемное содержание спирта этилового составило $0,52 \pm 0,11$ %, $0,79 \pm 0,09$ % и $0,74 \pm 0,26$ % на 3-й, 5-й и 7-й дни ферментации соответственно. Количество почкующихся клеток составило: 30 ± 5 %, 20 ± 5 % и 10 ± 5 % от общего количества клеток на 3-й, 5-й и 7-й дни ферментации соответственно.

Дрожжи марки 1) проявили более высокую степень физиологической активности: на 7 сутки ферментации риса объемное содержание спирта этилового в сброженном рисовом сусле было в 25 раз выше, количество почкующихся клеток в 3 раз больше по сравнению с аналогичными показателями сброженного рисового сусла с дрожжами марки 2).

Заключение. Для производства рисового вина рекомендовано использовать спиртовые дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* марки «Kodзи Angel».

ЛИТЕРАТУРА

1. Koay, Meiwei & Fan, Hui & Wong, Clemente. An overview of fermentation in rice winemaking // Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal. 2022. – 5 (1). – P.12-37.

ОЦЕНКА БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПРИ САНАЦИИ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ

А.А. Мальцева, Е.С. Белокурова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия*

m

a

Контаминация помещений является фактором передачи возбудителей болезней. Разработка и внедрение в практику новых экологических и эффективных методов для обеззараживания воздуха является важной задачей для большого количества производств, хранилищ, местах массового скопления людей. Выбранные эфирные масла обладают большим спектром антимикробной активности [1].

a

Цель исследования – оценка санитарного состояния воздуха закрытого помещения после санации холодным паром с эфирным маслом тимьяна ползучего и душицы обыкновенной.

Материалы и методы исследования. Объекты исследований – эфирные масла тимьяна ползучего и душицы обыкновенной (ООО «ПК/АСПЕРА»). Для оценки антимикробной активности эфирных масел был выбран метод санации воздуха помещения с применением ароматодиффузора (дезинфекция холодным паром с добавлением 1 % эфирного масла). Площадь помещения 12 м². Скорость диффузии устройства 20 мл/ч. Оценка общей бактериальной обсемененности воздуха закрытого помещения проводилась седиментационным методом на чашках Петри с ГМФ-агаром. Измерения проводились в трех точках на разной удаленности от ароматодиффузора. До и после применения холодного пара чашки открывали на 10 минут, затем закрывали и инкубировали в термостате при температуре 37 °С. Промежуточный результат оценивался спустя 24, 48 часов, окончательный – спустя 72 часа.

Результаты исследования. Спустя 72 часа произвели расчёт количества микроорганизмов в 1 м³ по формуле Омелянского. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ингибирующая активность паров эфирных масел

Локация	Эфирное масло и КОЕ/м ³					
	Тимьян ползучий			Душица обыкновенная		
	До	После	Снижение	До	После	Снижение
1 метр						
3 метра (пол)						
3 метра (стол)						

Закключение. Дезинфекция воздуха закрытого помещения с помощью ароматодиффузора, содержащего 1 % водный раствор эфирного масла тимьяна ползучего и душицы обыкновенной при экспозиции 1 ч, в целом способствуют снижению общего количества микроорганизмов в воздухе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шереметьева, А.С. Содержание и антимикробная активность эфирных масел в траве тимьяна Маршалла и тимьяна ползучего / А.С. Шереметьева, А.В. Фролкова, О.Г. Шаповал, Н.А. Дурнова, М.А. Березуцкий // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. - 2021. - № 3. - 6 с.

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ АНТИФАГОВОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ SOFIC КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *SINORHIZOBIIUM*

А.В. Матророва^{1,2}, В.С. Мунтян¹, М.Л. Румянцова¹, О.И. Болотникова²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
alyona15.m096@gmail.com

Клубеньковые бактерии – почвенные сапрофиты, способные вступать в симбиоз с растениями семейства Бобовые и фиксировать атмосферный азот, что обуславливает их ценность для аграрной биотехнологии. В почвенной среде бактерии подвергаются инфицированию бактериофагами. Для защиты от фаговой инфекции у бактерий в ходе эволюции выработались специальные механизмы.

Одним из таких механизмов является система SoFic, которая по своему действию схожа с системой токсин-антитоксин. SoFic состоит из белка с Fic-доменом, участвующего в переносе АМФ на внутриклеточные мишени белковой природы [1]. Показано, что SoFic ингибирует рост бактерий *E. coli* в ответ на заражение фагом T5, однако механизмы ее работы до сих пор неизвестны. Согласно биоинформатическому анализу, продукт системы SoFic обнаружен в 17 % геномов бактерий класса *Alphaproteobacteria*, хотя присутствие данной системы у клубеньковых бактерий не подтверждено.

Цель исследования - поиск элемента антифаговой системы SoFic в геномах бактерий рода *Sinorhizobium*, а также оценка их структурного разнообразия.

Материалы и методы исследования. Молекулярно-биологический анализ проводили с помощью методов ПЦР и ПЦР-ПДРФ. Для биоинформационного анализа систем SoFic использовали программы BLAST, iStable, базу данных NCBI, а также веб-сервер SWISS-MODEL. Статистическую обработку проводили с использованием программы Past.

Результаты исследования. Поиск элемента системы SoFic в геномах 164 природных штаммов клубеньковых бактерий видов *Sinorhizobium meliloti* и *S. medicae* из рабочей коллекции лаборатории генетики и селекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИСХМ с использованием уникальных пар праймеров, сконструированных на подготовительном этапе работы. Показали, что система SoFic присутствует почти в 60% геномов исследованных штаммов. При этом в геномах бактерий вида *S. meliloti* система SoFic встречается чаще, чем в геномах бактерий вида *S. medicae*: 70 % и 4 % штаммов, соответственно ($p=1,11 \cdot 10^{-9}$). Установлено, что ген системы SoFic может быть локализован как на хромосоме, так и на мегаплазмиде. Показано, что бактериальные штаммы могут нести дополнительную копию указанного гена, которая является псевдогеном (идентичность ≥ 81 %, покрытие 21-22 %).

Заключение. Установлено, что более половины штаммов клубеньковых бактерий рода *Sinorhizobium* содержат антифаговую систему SoFic. Изучение механизма ее действия необходимо для конструирования штаммов с повышенной устойчивостью к бактериофагам, а также получения биопрепаратов клубеньковых бактерий сельскохозяйственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Conserved Inhibitory Mechanism and Competent ATP Binding Mode for Adenylyltransferases with Fic Fold [Электронный ресурс] / A. Goepfert, F. V. Stanger, C. Dehio [et al.] // PLoS One, 2013. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064901>.

ПОЛУЧЕНИЕ СЕТЧАТЫХ КОЛЛОИДОСОМ НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДОВ

Я.А. Мензорова, Р.С. Алкубелат, М.А. Миронов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина»

г. Екатеринбург, Россия

menzorovay@bk.ru

Коллойдосомы – микроструктуры с пористой поверхностью, состоящей из коллоидных частиц, обладающие контролируемой проницаемостью и высокой удельной поверхностью. Сетчатые коллойдосомы с крупными порами могут служить в качестве шаблона для пролиферации клеток, однако существующие методы их синтеза остаются многостадийными, технически сложными и не обеспечивают должного контроля над параметрами пор [1].

Цель исследования – разработка одностадийного метода синтеза сетчатых коллойдосом на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и полиаминов с использованием реакций Уги в водных эмульсиях.

Материалы и методы исследования. На первом этапе синтеза были получены субмикронные коллоидные частицы с доменной структурой размером 200–350 нм путем ионного гелирования КМЦ и подходящего полиамина (хитозана, поливиниламина и полигексаметиленгуанидина) в водной среде с последующей реакцией Уги, формирующей поперечные связи. Это позволило получить частицы, устойчивые к изменению pH, с характерной морфологией, напоминающей ягоды малины, что подтверждено методами атомно-силовой микроскопии. На втором этапе синтеза полученные частицы в концентрации 0,3 г/л были использованы для стабилизации эмульсий Пикеринга с толуолом. Неполное покрытие капель привело к образованию сетчатой структуры. После второй реакции Уги и удаления толуола были получены микроструктуры диаметром 20–30 мкм с крупными порами размером около 5 мкм.

Результаты исследования. Исследование продемонстрировало возможность тонкой настройки морфологии коллойдосом путем варьирования условий проведения реакций Уги. Показано, что предложенный метод обладает высокой гибкостью в выборе исходных материалов. В частности, карбоксиметилцеллюлоза может быть заменена другими полимерами с карбоксильными группами, например, гуммиарабиком.

Закключение. Предложен простой и масштабируемый метод синтеза сетчатых коллойдосом на основе полисахаридов и полиаминов. Ключевыми преимуществами метода являются одностадийность процесса формирования пористых структур, возможность контроля размера пор за счет варьирования условий сшивки, а также использование водных сред и доступных полимерных материалов. Полученные структуры перспективны для применения в различных областях, включая катализ, сорбцию и биомедицину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sun Q., Chen J. F., Routh A. F. Coated colloidosomes as novel drug delivery carriers // Expert Opinion on Drug Delivery. – 2019. – Vol. 16, № 9. – P. 903–906.

АДАПТАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ С АМИНОКИСЛОТАМИ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *STREPTOMYCES IMBRICATUS*

А.А. Ментова

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический
университет Министерства здравоохранения Российской Федерации»
г. Санкт-Петербург, Россия
anastasiya.mentova@spcpi.ru*

В настоящее время все больше производств отходит от натуральных питательных сред в пользу синтетических. Синтетические ПС в лабораторной практике позволяют оценить влияние каждого из компонентов ПС и их соотношений на рост, развитие и выработку вторичных метаболитов продуцентом.

Цель исследования – подбор оптимальной синтетической среды для культивирования *Streptomyces Imbricatus* с оптимальным соотношением углерода и азота в среде.

Материалы и методы исследования. Синтетическая питательная среда (ПС) для выращивания микроорганизмов содержит лимонную кислоту, аспарагин, фосфорнокислый калий двухзамещенный, сернокислый цинк, сернокислый магний, сернокислое железо, хлористый натрий, фосфорнокислый натрий двухзамещенный, глицин, янтарную кислоту, глицерин, дистиллированную воду [1].

Результаты исследования. Установлено, что использование синтетической питательной среды позволяет достигать выходов целевого продукта, сравнимых с выходами на натуральной питательной среде (таблица 1). Использование аминокислот, кислот цикла Кребса и глюкозы увеличивает выход целевого продукта. Использование синтетической питательной среды увеличивает время эксперимента, так как продуцент растёт на ней медленнее.

Таблица 1 – Результаты анализа активности культуральной жидкости на 5 день ферментации

	Номер пробы	Д240	Д270	Разбавление	Активность, мкг/мл
Синт. ПС, глюкоза добавлена перед автоклавированием	3.1	1,155	0,776	50	2238,46875
	3.2	1,136	0,766	50	2185,3125

Вывод. Дальнейшие модификации выбранной питательной среды представляют исследовательский интерес, так как продуцент проявил высокую чувствительность к изменению состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент RU 2 439 142 С1 «Синтетическая питательная среда для выращивания микроорганизмов».
2. Ананьева Е.П., Гурина С.В., Богданова О.Ю. Получение и исследование вторичных метаболитов *Streptomyces cremeus*, обладающих фунгицидной активностью // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2023. – № 4. – С. 7-13.
3. Топкова, Оксана Владимировна. Ауторегулятор культуры *Streptomyces imbricatus* и его влияние на биосинтез макролидных антибиотиков : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.23 / Топкова Оксана Владимировна; [Место защиты: С.-Петерб. гос. хим.-фармацевт. акад.]. – Санкт-Петербург, 2007. – 22 с.

РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА КАК МИШЕНЬ ДЛЯ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ: РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Н.Е. Мокшина

Казанский институт биохимии и биофизики ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

г. Казань, Россия

ne.mokshina@gmail.com

Растительная клеточная стенка представляет собой многофункциональную динамическую структуру, основным компонентом которой являются полисахариды. В современной молекулярной биологии растений наблюдается смещение интересов от исследования структурных генов к изучению регуляторов этих процессов, среди которых ключевую роль играют факторы транскрипции.

Цель исследования – изучить использование факторов транскрипции генов-мишеней для генно-инженерных работ для повышения эффективности генно-инженерных манипуляций.

Результаты исследования. На сегодняшний день наиболее подробно изучены факторы транскрипции, регулирующие формирование вторичной клеточной стенки. В генной инженерии эти факторы применяются для увеличения биомассы растений и повышения эффективности ее переработки. Растительные волокна некоторых растений (лен, конопля, рами) образуют утолщенные клеточные стенки с высоким содержанием целлюлозы и низким содержанием лигнина и ксилана, что делает их перспективным сырьем для конверсии. Однако факторы транскрипции, отвечающие за биосинтез этого типа клеточной стенки, до сих пор не были выявлены. Их открытие может стать важным шагом в понимании механизмов формирования клеточной стенки в целом и расширить возможности генно-инженерных манипуляций, направленных на создание растительного сырья с заданными свойствами. Удобной модельной системой для исследования функций факторов транскрипции стали мутанты резуховидки [1] и тополя [2], волокна которых не формируют вторичную клеточную стенку.

Заключение. Представлены результаты применения мутантов резуховидки и тополя для выявления роли транскрипционных факторов, регулирующих развитие клеточных стенок, а также другие примеры изменения клеточных стенок.

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (Соглашение № 73/2024-ПД от 16.12.2024).

ЛИТЕРАТУРА

1. Mitsuda, N. NAC transcription factors, NST1 and NST3, are key regulators of the formation of secondary walls in woody tissues of Arabidopsis / N. Mitsuda, A. Iwase, H. Yamamoto, et al. // Plant Cell. – 2007. – V. 19. – P. 270–280.
2. Takata, N. Populus NST/SND orthologs are key regulators of secondary cell wall formation in wood fibers, phloem fibers and xylem ray parenchyma cells / N. Takata, T. Awano, M. T. Nakata, Y. Sano, S. Sakamoto, N. Mitsuda, T. Taniguchi // Tree Physiology, – 2019. V. – 39. – P. 514–525.

ОТРАБОТКА МЕТОДА СЕКВЕНИРОВАНИЯ ПО СЭНГЕРУ В ИЗУЧЕНИИ РЕПАРАЦИИ ДВУНИТЕВЫХ РАЗРЫВОВ ДНК

А.М. Нарыкина¹, О.Б. Иванченко¹, А.В. Торошина², А.Ю. Конев²

¹ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

² ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

a.acnar@yandex.ru

Исследования генетических мутаций среди пациентов с семейным раком груди и/или яичников показывают относительно небольшое число случаев мутаций в гене RAD51D, но всё ещё имеющими статистическую значимость и необходимость дальнейшего изучения [1]. Основная проблема имеющихся исследований этого гена состоит в том, что они представляют собой изучение конечных результатов нарушения репарации в виде возникших онкологических заболеваний [2]. Исследование молекулярных механизмов возникновения мутаций может открыть перспективы для развития новых инновационных подходов таргетной медицины.

GTAGGGATAACAGGGTA

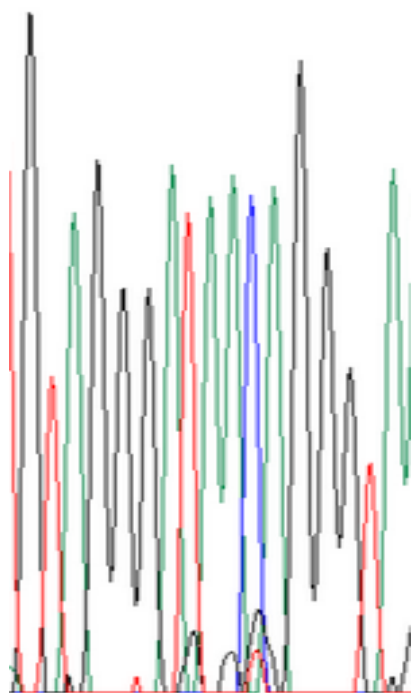


Рисунок 1 – Последовательность сайта рестрикции, использованной в генетической системе

Цель исследования – использование генетической системы «DRwhite/ I-SceI» для модельного организма *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы исследования. Система позволяет вызывать один единственный сайт-специфический разрыв в геноме клетки. Были использованы мутантные мухи для отработки методики анализа сайт-специфических мутаций при помощи секвенирования. Проведена экстракция ДНК индивидуальных особей ранее отработанным методом фенол-хлороформного выделения.

Результаты исследования. Полученная ДНК была амплифицирована с использованием набора для проведения ПЦР-реакции Q5 Hot Start от компании NE BioLabs. Качество полученных ампликонов было проверено электрофоретическим методом. Нарботанные фрагменты подверглись очистке смесью эндонуклеаз ExoSap-IT Express Applied Biosystems. Сиквенсная реакция проводилась с использованием кита компании NIMAGEN BrilliantDye v3.1 Terminator, при 4-хкратном разведении реакционной смеси, по протоколу, отработанному для набора BigDye v3.1 Terminator Thermo Scientific. Далее была проведена очистка проб набором I-X Pure от NIMAGEN. Был отсеквенирован участок генома плодовой мушки с вставкой сайта эндонуклеазы рестрикции (рисунок 1).

Заключение. Сайт рестрикции в дальнейшем будет использован как референсный для изучения репарационных событий после индуцирования двойного разрыва на его месте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen X., Li Y., Ouyang T., Li J., Wang T., Fan Z., Fan T., Lin B., Xie Y. Associations between RAD51D germline mutations and breast cancer risk and survival in BRCA1/2-negative breast cancers // Ann. Oncol. – 2018. – 1;29(10). – P. 2046-2051.
2. Sullivan M.R., Bernstein K.A. RAD-ical New Insights into RAD51 Regulation // Genes. – 2018 – V. 9 – №. 12 – P. 629-652.

ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ АЗОЛОЗИНОВ

Ш.А. Нур¹, О. Гайбуллаев¹, Г.Г. Данагулян², А.В. Бродская¹¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия² Российско-Армянский (Славянский) университет
г. Ереван, Армения
poorshel@mail.ru

Азолазины – обширный класс конденсированных соединений с пяти- и шестичленными гетероциклическими фрагментами, содержащий множество биологически активных веществ. Они являются аналогами пуринов, что определяет их активность как антиметаболитов и агонистов рецепторов. Азолазины представляют интерес для современной медицинской химии как потенциально биологически активные соединения [1].

Цель исследования – оценка влияния ряда соединений азолазинов на *E. coli*. В данной работе исследовали 6 соединений азолазинов.

Материалы и методы исследования. Для оценки антибактериальных свойств исследуемых соединений было подобрано 3 метода: диффузионный метод с использованием дисков, культивирование с построением кривой роста и посев на плотную среду уколом.

Результаты исследования. В результате культивирования образцов с различными концентрациями азолазинов (25 мкл/мл и 50 мкл/мл) скорость роста *E. coli* снизилась в 2,5 раза по сравнению с контрольным образцом, достигая оптической плотности 0,7-0,1 через 5 часов (рисунок 1).

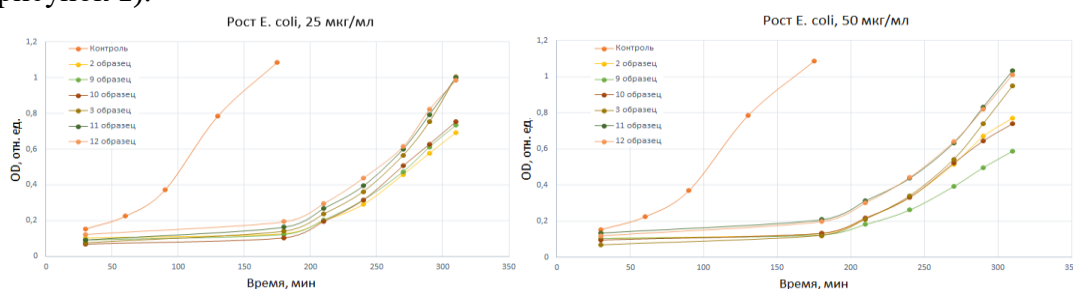


Рисунок 1 – Кривые роста *E. coli* в среде с разной концентрацией азолазинов

В первые 3 часа культивирования рост бактерий *E. coli* не фиксировался, после чего началось постепенное увеличение оптической плотности, что может о бактериостатическом действии азолазинов. Результаты диско-диффузного метода зафиксировали зону угнетения бактериального роста вокруг всех дисков с азолазинами, кроме одного образца, что говорит об отсутствии антимикробной активности.

Заключение. Наибольший диаметр зоны угнетения составил 0,9 мм при концентрации 100 мкл/мл, а обесцвечивание дисков у некоторых образцов свидетельствует о проникновении соединений внутрь бактериальных клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожникова И. М. Синтез азолотриазиннов как потенциальных противодиабетических препаратов: диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук: 1.4. 3: дис. – б. и., 2021.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТА МОНОКЛОНАЛЬНОГО АНТИТЕЛА

Д.Ю. Павлов¹, Н.Т. Жилинская^{1,2}

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

pavlov2.dyu@edu.spbstu.ru

В настоящее время благодаря препаратам моноклональных антител возможно вылечить заболевания, которые еще совсем недавно считались неизлечимыми. Моноклональные антитела – это иммуноглобулины, предназначенные для воздействия на конкретный эпитоп антигена [1]. Одним из актуальных направлений современной биофармацевтики является разработка и производство биоаналогов.

Биоаналоги – это биотехнологические препараты, которые являются копиями оригинальных биофармацевтических препаратов. Они разрабатываются после истечения срока действия патента на оригинальные биофармацевтические препараты и подаются на отдельное одобрение для продажи [2].

Цель исследования – повысить концентрацию целевого моноклонального антитела путем оптимизации стратегии добавления подпиток и параметров культивирования в шейкере-инкубаторе для проведения fed-batch процесса, а также путем подбора оптимальной питательной среды для культивирования клеток CHO (Chinese Hamster Ovary).

Материалы и методы исследования. В качестве эксперимента был поставлен fed-batch процесс с использованием колб Эрленмейера без перегородок с вентилируемой крышкой объемом 250 мл. Колбы культивировались в шейкере-инкубаторе на протяжении 14 дней при следующих параметрах: температура + 37 °С (температурный шифт на 4 день до +34 °С); влажность – 70 %; скорость вращения платформы – 150 оборотов в минуту; орбита платформы - 50 мм; содержание углекислого газа – 5 %. Стратегия внесения подпиток, начиная с 3-го дня культивирования, на каждый нечетный день: 3,6 % от текущего объема культуральной жидкости подпитки 5 % Cell Boost 5; 2 % от текущего объема культуральной жидкости подпитки FunctionMAX TiterEnhancer. При необходимости, в культуральную жидкость дополнительно добавлялся раствор 45 % глюкозы; питательная среда – BalanCD CHO Growth A + 4 мМ глутамина; стартовая плотность засева – 0,5 млн. кл/мл.

По завершении процесса в культуральной жидкости была измерена концентрация целевого моноклонального антитела методом биослойной интерферометрии.

Результаты исследования. Благодаря подбору оптимальной стратегии кормления и питательной среды удалось пролонгировать процесс культивирования клеток CHO с 9 до 14 дней, и как следствие, повысить концентрацию целевого моноклонального антитела с 0,7 г/л до 1,7 г/л, что является удовлетворительным результатом.

Заключение. В дальнейшем необходимо провести анализ качественных характеристик целевой белковой молекулы – гликанового профиля, профиля неоднородности заряда, а также убедиться в отсутствии (низкой концентрации) родственных примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. J Posner, P Barrington, T Brier, A Datta-Mannan. Monoclonal Antibodies: Past, Present and Future // Handb Exp Pharmacol. – 2019. – pp. 81-141.
2. M Misra. Biosimilars: current perspectives and future implications // Indian J Pharmacol. – 2012. – pp. 4-12.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭКСТРАКТА *CRATAEGUS SANGUINEA* В КАЧЕСТВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО АНКСИОЛИТИКА И АНТИОКСИДАНТА

Е.К. Патронова¹, Е.А. Ильин², В.А. Филатов³

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

³ Медицинский научно-образовательный институт ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

patronova.ek@edu.spbstu.ru

Боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*) – источник широкого спектра биологически активных соединений, включая витексин (апигенин-8-С-глюкозид), обладающих множеством фармакологических свойств, включая антиоксидантное, противовоспалительное и другие действия [1].

Цель исследования – оценка потенциала экстракта боярышника в качестве растительного анксиолитического и антиоксидантного средства.

Материалы и методы исследования. В работе использовались методы *in vitro* для определения антиоксидантной активности стандартизированного экстракта, а также методы компьютерного моделирования для анализа сродства витексина к белкам-мишеням, ассоциированным с окислительным стрессом, тревожностью и воспалительными процессами.

Результаты исследования. На основании литературного обзора были отобраны следующие белки-мишени для исследования *in silico*: каталаза, глутатионредуктаза, супероксиддисмутаза, рецептор мелатонина, моноаминоксидаза-А (МАО-А), тирозингидроксилаза и ГАМК-трансаминаза. Результаты молекулярного моделирования, проведенного с использованием программ Diffdock [2] и GNINA [3], не выявили значительного сродства витексина к большинству исследуемых мишеней. Однако относительно высокие значения энергии связывания были зафиксированы для каталазы (-9,016 ккал/моль) и тирозингидроксилазы (-8,94 ккал/моль). Исследования *in vitro* подтвердили выраженный антиоксидантный потенциал экстракта боярышника, стандартизированного по содержанию витексина (3,02 %). Установлено, что добавление экстракта в концентрации 3,3 мкг/мл увеличивало скорость каталазной реакции на 13 %, а при концентрации 6,6 мкг/мл – на 16 % по сравнению с контролем. В случае глутатионредуктазы скорость реакции возрастала в 6,4 и 7,6 раз при тех же концентрациях экстракта.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о значительном антиоксидантном потенциале экстракта боярышника кроваво-красного, стандартизированного по витексину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babaei F. et al. Review of the effects of vitexin in oxidative stress-related diseases // Food science & nutrition. – 2020. – Т. 8. – №. 6. – С. 2569-2580.
2. Corso G. et al. Diffdock: Diffusion steps, twists, and turns for molecular docking/arXiv preprint arXiv:2210.01776. – 2022.
3. McNutt A. T. et al. GNINA 1.0: molecular docking with deep learning // Journal of cheminformatics. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. 43.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА mBAOJIN В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ

Д.О. Попова¹, А.С. Кирюшкин², Е.Л. Ильина², О.Б. Иванченко¹

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

² ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»

г. Санкт-Петербург, Россия

popovadsh5903@gmail.com

В настоящее время простые и эффективные системы трансформации растений имеют широкое применение в селекции и генной инженерии. Флуоресцентные белки, используемые для скрининга трансформантов, обеспечивают независимое подтверждение трансгенного статуса тканей. Создание векторов для трансформации растений, содержащих гены флуоресцентных белков в качестве скрининговых маркеров, является важной задачей современной биотехнологии растений [1]. В состав Т-ДНК экспрессионного вектора для трансформации должны входить следующие элементы: промотор, необходимый для транскрипции гена интереса, и скрининговая кассета, содержащая кодирующую последовательность гена флуоресцентного белка под контролем конститутивного промотора. В биотехнологии растений применяют белки красного (mRuby3, DsRed1) и зеленого спектра (GFP, mNeonGreen) [2]. Новый белок зеленого спектра mBaoJin показал отличные результаты в качестве репортерного и скринингового маркера при трансформации животных клеток, но до настоящего момента не изучены его свойства в клетках растений [2].

Цель исследования – изучить экспрессию нового зеленого флуоресцентного белка mBaoJin в тканях растений.

Материалы и методы исследования. Для достижения цели работы была сконструирована молекулярно-генетическая конструкция на основе вектора для трансформации растений pB7WG2R, содержащего ген интереса *mBaoJin-H2B* (слит с геном гистона человека *H2B* для ядерной локализации трансгена) под контролем конститутивного промотора 35S вируса мозаики цветной капусты и скрининговую кассету *pAtUbq10::DsRed1* для отбора трансгенного материала.

Результаты исследования. Вектор pB7WG2R-*mBaoJin-H2B* трансформировали в клетки штамма *Agrobacterium rhizogenes* R1000. Клетки полученного трансгенного штамма использовали для агробактериальной трансформации проростков огурца. В результате трансформации были получены композитные растения огурца с корневой системой, состоящей из трансгенных корней и корней дикого типа. Трансгенные корни были отобраны по флуоресценции скринингового белка DsRED1. Распределение белка mBaoJin было изучено на продольных срезах корней огурца методом конфокальной микроскопии. Белок mBaoJin был обнаружен во всех тканях корня огурца.

Заключение. Флуоресцентный белок mBaoJin эффективен в растительных тканях и может быть использован в качестве скринингового или репортерного маркера растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Piatkevich K. et al. Red fluorescent proteins and their properties // Russian Chemical Reviews. - 2010. - Vol. 79. - P. 243.
2. Zhang H. et al. Bright and stable monomeric green fluorescent protein derived from StayGold // Nat Methods. - 2024. - Vol. 21.- No 4. - P. 657-665.

ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ САПРОПЕЛЯ ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ

О.А. Румянцева¹, Ю.В. Косильников², Е.Б. Аронова¹

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
rumyantseva.aa@edu.spbstu.ru

Фитопатогенные грибы – наиболее опасные возбудители болезней растений [1]. Поиск перспективных агентов защиты растений с антагонистической активностью по отношению к фитопатогенам – актуальное направление современной агробиотехнологии.

Цель исследования – выделение чистых культур микроорганизмов из сапропеля и оценка их антагонистической активности по отношению к фитопатогенным грибам.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования выступали сапропель Малого Симагинского озера (Ленинградская область) и сапропель озера Когояр (г. Чебоксары). Выполняли посев разведений водных суспензий субстратов на агаризованную маннитно-дрожжевую питательную среду. Далее производили выделение чистых культур численно преобладающих микроорганизмов. Для определения антагонистической активности использовали метод «колодцев» с применением тест-культур грибов родов *Fusarium*, *Alternaria* и *Cladosporium*. Опыт выполняли в трёхкратной повторности, антагонистическую активность оценивали на 7 сутки эксперимента.

Результаты исследования. Из исследуемых субстратов выделено 14 штаммов: 5 из сапропеля Малое Симагинское и 9 из сапропеля Когояр. Выявлено, что культуры из сапропеля Малое Симагинское не проявили антагонистической активности к трём тест-культурам фитопатогенов. В свою очередь, культуры из сапропеля Когояр проявили антагонистическую активность: шесть культур обладали антагонистической активностью в отношении фитопатогенного гриба рода *Alternaria*, две культуры – в отношении гриба рода *Cladosporium*. Однако, выделенные культуры никак не влияли на развитие гриба рода *Fusarium*. Результаты опыта представлены на рисунке 1.

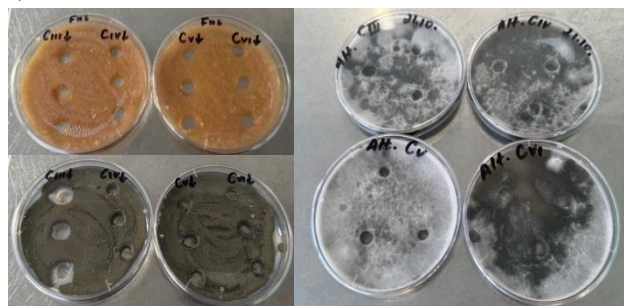


Рисунок 1 – Оценка антагонистической активности культур из сапропеля озера Когояр

Заключение. Из сапропеля озера Когояр были отобраны перспективные штаммы с антагонистической активностью по отношению к распространенным фитопатогенам. Наиболее активно исследуемые штаммы подавляли развитие гриба рода *Alternaria*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений / П. А. Назаров, Д. Н. Балеев, М. И. Иванова, Л. М. Соколов, М. В. Каракозова // Acta Naturae (русскаяязычная версия). – 2020. – № 3. – С. 46–59.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДЖОЗАМИЦИНА ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ПРОДУЦЕНТА

А.В. Русакова, В.А. Колодязная

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации»
г. Санкт-Петербург, Россия
anastasia.rusakova@pharminnotech.com

Питательная среда – основа для жизнедеятельности и продуцирования продуктов биосинтеза микроорганизмов. Путем подбора качественного и количественного состава можно добиться повышения продуктивности антибиотика или вызвать деградацию продукта [1].

Цель исследования – выявление качественного и количественного состава питательного субстрата на синтез целевого продукта на примере культивирования *Streptomyces narbonensis subsp. Josamyceticus*.

Материалы и методы исследования. Культивирование [2] проводили путем засева продуцента в колбы с вегетативной средой (соевая мука, крахмал картофельный растворимый, глюкоза, натрий хлористый, калий фосфорнокислый однозамещенный, сульфат магния; pH среды после стерилизации - 6,52) при 29 °C в лабораторном шейкере при 140 об/мин; в течении 72 часов; затем проводили оценку культуры на способность образовывать биомассу (объемный метод, %), морфологию и др. Вегетативную культуру пересеивали на ферментационные среды с плотностью засева 2,0 % и 5,0 %, варьируя компонентный и качественный состав сред (глюкоза, крахмал картофельный, глицерин, кукурузный глютен, соевая мука обезжиренная, дрожжевой экстракт, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, льняная мука, L-лейцин, масло рапсовое, рыбная мука, пептон, этилацетат) с плотностью засева 2,0 %, 5,0 % и 10,0 %. Критические точки: 72 часа роста и 120 часов роста.

Результаты исследования. Наилучший вариант по зонам задержки роста получен в ферментационной среде с компонентами: глюкоза (90,0 г/л), соевая мука обезжиренная (50,0 г/л), дрожжевой экстракт (1,25 г/л) и фосфат магния (2,5 г/л). Биомасса при плотности засева 2,0 % с 30 мл среды (120 ч роста) – 24 %, биологическая активность – 6,15 ед/мл, с 150 мл среды (120 часов роста) биомасса – 18 %, биологическая активность – 9,42 ед/мл.

Заключение. Отмечено влияние биомассы на биологическую активность, что связано с увеличением вязкости среды при большей биомассе и уменьшению количества выделяемого антибиотика джозамицина в среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русакова А. В. Исследование устойчивости культуры джозамицина к продуцируемому/собственному антибиотику / А. В. Русакова // Молодая фармация – потенциал будущего: Сборник материалов XIV всероссийской научной конференции с международным участием Молодежного научного общества СПХФУ, Санкт-Петербург, 28 марта – 02 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, 2024. – С. 315-320.
2. Попова Е. Д. Подбор и оптимизация питательных сред для культивирования актиномицетов - продуцентов антибиотиков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 3-2 (34). – С. 11-13.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА ELECTRA 1 В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ

П.А. Синяпкина¹, А.С. Кирюшкин², Е.Л. Ильина²

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

² ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»

г. Санкт-Петербург, Россия

psinyarkina@mail.ru

В современной биологии важной задачей является визуализация с высоким разрешением множества субклеточных и клеточных структур в живых биологических системах. Спектральное разнообразие флуоресцентных белков позволяет осуществить одновременное маркирование различных компартментов клеток и клеточных процессов у различных модельных организмов [1]. Флуоресцентные белки применяются в генной инженерии растений в качестве репортерных и скрининговых маркеров. Наиболее часто используются белки зеленого и красного диапазона спектра [2]. Однако, флуоресцентные белки синего спектра, несмотря на свой потенциал в мультиплексной визуализации, пока изучены недостаточно, особенно для растительных клеток.

Цель исследования – изучить экспрессию синего флуоресцентного белка Electra1 в растительных тканях.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования были растения огурца *Cucumis sativus* L. Для достижения цели работы была сконструирована молекулярно-генетическая конструкция на основе вектора для трансформации растений pB7WG2R, содержащего ген интереса *H2B-Electra1* под контролем конститутивного промотора 35S CaMV и скрининговую кассету *pAtUbq10::DsRed1* для отбора трансгенного материала. Вектор pB7WG2R-*H2B-Electra1* трансформировали в клетки штамма *Rhizobium rhizogenes* R1000. Клетки полученного трансгенного штамма использовали для агробактериальной трансформации проростков огурца, приводящей к получению композитных растений с трансгенной корневой системой. Трансгенные корни были отобраны по флуоресценции скринингового белка DsRED1.

Результаты исследования. Распределение белка Electra1 было изучено на продольных срезах корней огурца методом конфокальной микроскопии. Белок Electra1 был визуализирован только в клетках центрального цилиндра корня и колумеллы. Известно, что промотор 35S обеспечивает более высокий уровень экспрессии трансгена в клетках центрального цилиндра по сравнению с клетками коря. Возможно, по этой причине и по причине относительно невысокой интенсивности флуоресценции белка Electra1 его не удалось визуализировать в коре.

Заключение. Белок Electra 1 пригоден для использования в растительных клетках в качестве скринингового или репортерного маркера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dual-expression system for blue fluorescent protein optimization / Papadaki, S., Wang, X., Wang, Y. et al. // Scientific reports. – 2022. – P. 10190.
2. Особенности использования флуоресцентных репортерных белков для изучения развития корневых систем на примере тыквенных (Cucurbitaceae) / Ильина Е. Л., Кирюшкин А. С., Демченко К. Н. // С.-х. биол., Сельхозбиология. – 2020. – №5 – С. 1040-1055.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ И ОЧИСТКИ БЕТУЛИНА ИЗ ПРИРОДНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Х. Сюй, Ю.Г. Базарнова, Ф. Чжао

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
xuhuawei666@mail.ru

Бетулин и его производные относятся к природным пентациклическим тритерпеноидным соединениям лупанового ряда, широко распространенных в растениях семейства *Betulaceae* (Березовые). Бетулин проявляет полимодальную биологическую активность, включая цитотоксическое, антимикробное и нейропротекторное действия, что обуславливает его перспективность для междисциплинарных исследований [1]. В контексте противоопухолевой терапии доказана способность бетулина ингибировать пролиферацию клеточных линий рака легкого (NCI-H460), колоректальной аденокарциномы (HT-29), карциномы шейки матки (HeLa), а также гормон-рецептор-положительного рака молочной железы (MCF-7) посредством активации каспаз-зависимого апоптоза и модуляции сигнальных путей PI3K/AKT/mTOR [2].

Цель исследования – получение бетулина высокой степени очистки.

Материалы и методы исследования. В качестве сырья использовали 15,00 г бересты, экстракцию бетулина осуществляли изопропанолом в экстракторе Сокслета при температуре +88 °С. Выход бетулина составил 13,33 % от массы сырья. После перекристаллизации выделено 0,80 г кристаллов высокой степени чистоты. Выход продукта после одностадийной очистки составил 40,00 %, выход чистого продукта составил 5,33 %.

Результаты исследования. Критерии чистоты: температура плавления выделенного бетулина – 256-258 °С (прибор ПТП). ТСХ-анализ: подвижная фаза – толуол–этилацетат–ледяная уксусная кислота (8:1,5:0,5). Значение $R_f = 0,58 \pm 0,02$ соответствует референсному значению ($R_f = 0,57$) [3]. ИК-спектроскопия (ν , см⁻¹): 3371 (валентные колебания О–Н), 2930 (С–Н алкильных групп), 1640 (сопряженные С=C), 1450/1380 (деформационные колебания CH₂/CH₃), 1105 (С–О эпоксидного фрагмента), 890 (ароматические деформации С–Н). Полученный ИК-профиль подтверждают структурные особенности пентациклического тритерпеноидного ядра.

Закключение. Разработанный метод обеспечивает воспроизводимый синтез бетулина с фармакопейным уровнем чистоты (> 95 %), что подтверждено физико-химическими методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tsai C.W., Tsai R.T., Liu S.P. et al. Neuroprotective effects of betulin in pharmacological and transgenic *Caenorhabditis elegans* models of Parkinson's disease. *Cell Transplant.* – 2017.- Vol. 26.- No. 12.- pp. 1903-1918.
2. Zehra B., Ahmed A., Sarwar R., et al. Apoptotic and antimetastatic activities of botulin isolated from *Quercus incana* against non-small cell lung cancer cells // *Cancer Management and Research.* - 2019. - Vol. 11. - pp. 1667-1683.
3. Sahaya Mercy Jaquiline Robert, Vidhu Aeri. Development and validation of high-performance thin-layer chromatography method for simultaneous estimation of α -Amyrin, Betulin, and β -Sitosterol in *Leptadenia reticulata* and *Marsdenia tenacissima* // *Separation Science Plus.* - 2024. - Vol 7. - No 2.

КОРРЕКЦИЯ ПРОФИЛЯ ГЛИКОЗИЛИРОВАНИЯ МОНОКЛОНАЛЬНОГО АНТИТЕЛА НА ЭТАПЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК СНО

Г.С. Тостановский

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
tostgs@gmail.com*

Совокупность гликанов на поверхности антитела (профиль гликозилирования, далее ПГ) во многом определяет фармакокинетические и фармакодинамические свойства моноклональных антител [1]. При разработке биоаналогов важным показателем качества является соответствие ПГ оригинальному препарату.

Цель исследования – оценить влияние на ПГ моноклонального антитела веществ-корректоров (Mn^{+2} , Cu^{+2} , бетаин) в различных концентрациях на этапе культивирования клеток СНО в колбах Эрленмейера.

Материалы и методы исследования. Культивирование проводилось в шейкере-инкубаторе Kuhner ISF1-ZC Peltier при поддержании оптимальных температуры, влажности, грм, %CO₂. На протяжении культивирования вносились питательные вещества и вещества-корректоры – бетаин был внесен изначально в концентрации 20 ммоль/л и 40 ммоль/л; соль марганца вносилась постепенно до достижения конечной концентрации 5, 10, 20, 40 мкмоль/л; соль меди вносилась постепенно до достижения конечной концентрации 0,6, 1, 10, 40, 100 мкмоль/л. На 13 сутки полученная культуральная жидкость была отцентрифугирована и профильтрована через стерилизующий фильтр (PES 0,22 мкм). ПГ был определен методом гидрофильной УВЭЖХ с флуориметрическим детектированием.

Результаты исследования. Результаты представлены на рисунке 1.

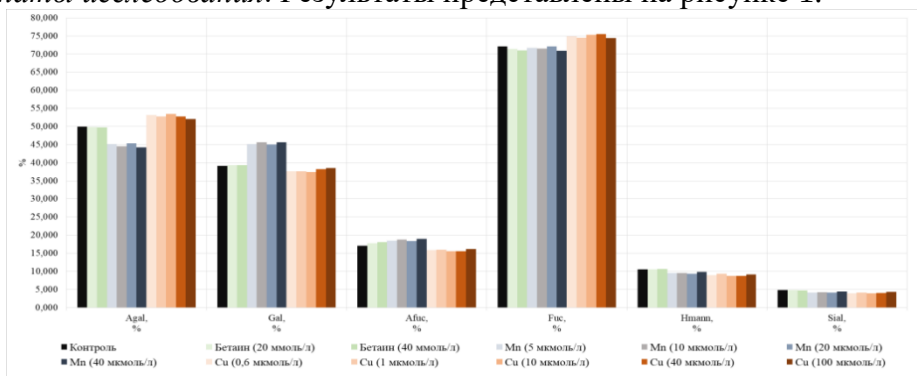


Рисунок 1 – Профиль гликозилирования, выраженный в относительных величинах

Закключение. В рамках исследуемых концентраций бетаин не проявил выраженных корректирующих свойств; ионы Mn^{+2} и Cu^{+2} проявили корректирующие свойства даже в минимальных концентрациях, ионы Mn^{+2} наиболее эффективны для коррекции доли Agal и Gal форм, ионы Cu^{+2} наиболее эффективны для коррекции доли Agal и Fuc форм гликанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль углеводных остатков в функционировании иммуноглобулина G человека и терапевтических моноклональных антител (обзор) / Ю. Л. Дорохов, Е. В. Шешукова, Е. Н. Кособокова [и др.] // Биохимия. – 2016. – Т. 81, № 8. – С. 1069-1090. – EDN WJXJIN.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, СТРУКТУРНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЕЛАНИНА ЛИШАЙНИКА
LOBARIA PULMONARIA (L.) HOFFM**

А.Ф. Хайруллина^{1,2}, В.Р. Хабибрахманова^{1,2}, Ф.В. Минибаева²

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

² Казанский институт биохимии и биофизики ФГБУН «Федеральный исследовательский
центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

г. Казань, Россия

a16280110@gmail.com

Меланины – это группа высокомолекулярных пигментов со сложным химическим составом и нерегулярным строением. Они обнаружены у различных живых организмов [1]. Результаты исследований свойств и биологической активности меланинов обосновывают перспективы их использования в медицине, косметологии, биоремедиации и биоэлектронике. Важно отметить, что частицы меланинов имеют наноразмеры, и поэтому могут рассматриваться в качестве объектов бионанотехнологий.

Среди меланинов разных живых организмов отдельное внимание заслуживают пигменты, синтезируемые лишайниками. Известно, что в талломе лишайника успешно сосуществуют микобионт, представленный, главным образом, грибами отдела аскомицет, и фотобионт, представленный водорослями и/или цианобактериями. Метаболиты лишайники обладают уникальным химическим составом. Можно предположить, что меланины лишайников могут отличаться от меланинов, синтезируемых нелихенизированными грибами, вследствие разнообразия предшественников этого полимера, а также факторов, индуцирующих меланогенез у этих организмов. Известно, что в лишайниках биосинтез меланина, главным образом, опосредован воздействием на талломы солнечной радиации [2].

Цель исследования – проведение сравнительного анализа характеристик меланинов, выделенных из лишайника *L. pulmonaria* разной степени пигментированности.

Материалы и методы исследования. Выделение меланинов осуществляли путем щелочной экстракции и последующего кислотного осаждения. С помощью современных спектральных методов анализа (ИК-спектроскопия, электронная спектрофотометрия, динамическое светорассеяние) были определены физико-химические свойства, структурная организация и антиоксидантная активность меланинов, выделенных из талломов лишайника с различным содержанием меланина.

Результаты исследования. Показано, что меланины, выделенные из лишайника *L. pulmonaria* с разной степенью пигментированности, сопоставимы по физико-химическим свойствам, но отличаются по структурной организации и антиоксидантной активности.

Заключение. Результаты исследований расширяют фундаментальные представления о защитной роли меланина в лишайнике, и обосновывают потенциал его практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pralea, I. E. From extraction to advanced analytical methods: The challenges of melanin analysis / E. I. Pralea, R. C. Moldovan, A. M. Petrache, M. Ilieș, S. C. Hegheș, I. Ielciu, C. A. Iuga // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – V. 20.- № 16. – P. 3943.
2. Gauslaa, Y. Fungal melanins as a sun screen for symbiotic green algae in the lichen *Lobaria pulmonaria* / Y. Gauslaa, K. A. Solhaug // Oecologia. – 2001. – № 126. – P. 462-471.

БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION OF *SATUREJA HORTENSIS* L.: A NEURAL NETWORK OPTIMIZATION STUDY

D. Micić¹, S. Đurović^{1,2}, I. Kojić³, Y.A. Smyatskaya², A.E. Skhvediani², A.V. Vasin²

¹ *Institute of General and Physical Chemistry
Belgrade, Serbia*

² *Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University
Saint-Petersburg, Russia*

³ *University of Belgrade, Innovative Centre, Faculty of Chemistry
Belgrade, Serbia
smyatskaya_yua@spbstu.ru*

Microwave-assisted extraction (MAE) is widely recognized as an efficient technique for extracting bioactive compounds from plant materials, offering advantages such as reduced extraction time, improved yield, and lower solvent consumption [1]. However, optimizing the process parameters to maximize the extraction of bioactive compounds remains challenging due to the complex interactions between different variables. This study aimed to optimize the MAE process for extracting total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) from *Satureja hortensis* L. using artificial neural networks (ANNs). The investigated parameters included extraction time, ethanol concentration, and microwave power, while TPC and TFC were used as response variables.

To ensure the robustness of the ANN model, the number of hidden neurons was varied from 3 to 15, with each network being trained 10 times using randomly initialized weights and biases. A total of 130 ANN models were generated, of which 123 models with a coefficient of determination (R^2) greater than 0.8 were selected for further analysis. The average R^2 for all created ANN models was 0.945, while the best-performing network, with eight hidden neurons (MLP 4-8-2), was subsequently used for optimization calculations. Optimization of the MAE process was conducted using the ANN model within the experimental range, and the results were compared to experimentally obtained data. The optimal conditions predicted by the ANN model were: an extraction time of 40 minutes, an ethanol concentration of 52.8 %, and a microwave power of 656W.

The importance of process parameters was assessed using the connection weights partitioning methodology, which enabled the determination of relative importance (RI) values. The results showed that ethanol concentration was the most influential parameter (91 % RI), followed by microwave power (4.4 % RI) and extraction time (3.7 % RI). Higher ethanol concentrations positively influenced TPC and TFC, likely due to improved solubility of phenolic and flavonoid compounds in ethanol-water mixtures [2]. Excessive microwave power levels led to potential degradation of bioactive compounds due to excessive thermal exposure. Extraction time exhibited a positive effect up to a certain point, after which the degradation of thermolabile compounds occurred. In conclusion, the ANN-based approach successfully optimized the MAE conditions for *Satureja hortensis* L., providing valuable insights into the effects of process parameters on the extraction efficiency of TPC and TFC. This study demonstrates that ANN modeling is a powerful tool for predicting and optimizing extraction processes, reducing experimental workload, and improving the efficiency of bioactive compound recovery from plant matrices.

REFERENCES

1. Osorio-Tobón J.F. Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. *J. Food Sci. Technol.* 2020, 57, 4299–4315.
2. Gil-Martín E., Forbes-Hernández T., Romero A. et al. Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. *Food Chem.* 2022, 378, 131918.

**RESPONSE SURFACE METHODOLOGY OPTIMIZATION OF THE
MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION OF SUMMER SAVORY
(*SATUREJA HORTENSIS* L.)**

D. Micić¹, S. Đurović^{1,2}, I. Kojić³, Y.A. Smyatskaya², A.E. Skhvediani², A.V. Vasin²

¹ *Institute of General and Physical Chemistry
Belgrade, Serbia*

² *Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University
Saint-Petersburg, Russia*

³ *University of Belgrade, Innovative Centre, Faculty of Chemistry
Belgrade, Serbia
smyatskaya_yua@spbstu.ru*

Microwave extraction technique (MAE) is one of the novels nonconventional extraction techniques widely used for isolation of the biologically active compounds from different natural sources. The MAE has several advantages, including high extraction yield, lesser laboring and duration of the process, higher extraction yield, and lower amount of the solvents needed for the process. However, to achieve maximum from the process, its operational parameters need to be optimized. In this case, response surface methodology (RSM) in combination with analysis of variance (ANOVA) was used to optimize process for achieving maximal total phenolic content (TPC), total flavonoids content (TFC), and antioxidant activity (DPPH and ABTS assays).

First step in optimization process was to select operational parameters. Herein, we selected ethanol concentration (40-80 %), extraction time (20-40 minutes), and irradiation power (400-800 W). In total, 17 experiments were performed combining these 3 operational parameters and with 5 repetitions in the central points. Model adequacy was assessed using coefficient of determination (R^2), coefficient of variance (CV), p-value for the model, and lack of fit. For all dependent variables (TPC, TFC, DPPH, and ABTS) p-value for the model was < 0.05 (significant), while lack of fit was > 0.05 (insignificant). The R^2 values were 0.9986, 0.9948, 0.9780, and 0.9438 for TPC, TFC, DPPH, and ABTS, respectively. The CV values were 1.71 %, 2.61 %, 5.46 %, and 4.97 % for TPC, TFC, DPPH, and ABTS, respectively. After proving the adequacy of the model for all four selected dependent variables, parameters were optimized to achieve maximal TPC and TFC and minimal IC_{50} values for both antioxidant assay (lower IC_{50} value indicates higher antioxidant activity) simultaneously. The optimal parameters were 24.3 minutes, 52.8 % ethanol, and 574 W irradiation power. The predicted values for dependent variables were 209.69 mg GAE/g (TPC), 35.68 mg RU/g (TFC), 16.94 $\mu\text{g/mL}$ (IC_{50} for DPPH assay), and 26.14 $\mu\text{g/mL}$ (IC_{50} for ABTS assay).

To conclude, the RSM in combination with ANOVA is suitable to optimize MAE of winter savory leaves and successfully provided optimal experimental conditions and predicted values for dependent variables. Our results showed that response surface methodology is helpful tool for evaluation of extraction processes and for their optimization.

МЕТОДОЛОГИЯ СБОРКИ ГЕНОМА ЭПИФИТНОЙ БАКТЕРИИ *BACILLUS SAFENSIS* CAP07D, ИЗОЛИРОВАННОЙ С СЕМЯН *CHENOPodium ALBUM* L.

В.Д. Антонова¹, М.С. Ганчева^{2,3}, В.К. Чеботарь²

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
г. Санкт-Петербург, Россия
antonova.vd@edu.spbstu.ru

Род *Bacillus* проявляет устойчивость к экстремальным температурам, широкому диапазону pH, а также способен к спорообразованию, что обеспечивает выживание в неблагоприятных условиях. Важной особенностью *Bacillus* является их метаболический потенциал [1].

Цель исследования – провести сборку, аннотацию и анализ генома эпифитной бактерии *Bacillus safensis* Cap07D с семян *Chenopodium album* L., выявить генетические особенности, отвечающие за положительное взаимодействие с растением в условиях абиотического стресса и оценить потенциал штамма Cap07D в качестве основы для разработки биопрепаратов в сельскохозяйственной отрасли.

Материалы и методы. Исходные данные работы были представлены двумя файлами в формате FASTQ: Cap07D_R1.fastq (прямые чтения) и Cap07D_R2.fastq (обратные чтения). Полногеномное секвенирование выполнено с помощью платформы NextSeq 1000 (Illumina, США) с использованием реагентов NextSeq 1000/2000 P1 (300 циклов) в ЦКП «Геномика, протеомика, метаболомика» ФГБУ ФНКЦ ФХМ им. Ю.М. Лопухина ФМБА России. В работе использовался набор биоинформационных инструментов: fastp, SPAdes, QUAST, RagTag, seqkit, minimap2, prokka, antiSMASH.

Результаты. Сборка выполнена с помощью программы SPAdes (версия 3.15.5) в режиме для изолированных бактериальных геномов. Качество сборки оценено с помощью QUAST (версия 5.3.0). В результате оценки качества генома мы узнали основные показатели соответствия биологическим характеристикам исследуемого организма: количество контигов, N50, общая длина сборки, % GC-состава. Для улучшения сборки использован RagTag (версия 2.1.0) с референсным геномом *Bacillus safensis* GCF_008244765.1 из NCBI, проведена фильтрация коротких контигов (менее 500 п.н.), поскольку те являются нерелевантными последовательностями, нарушающими чистоту анализа, рассчитано среднее покрытие генома. После сборки проведен первичный анализ генома инструментом prokka, оценка метаболического потенциала – программой antiSMASH.

Выводы. Показатель среднего покрытия – 84,326 указывает на высокую глубину секвенирования генома *Bacillus safensis* Cap07D. Геном содержит 9 контигов, в которых 12 кластеров генов, отвечающих за синтез вторичных метаболитов. Например, по анализу можно судить об антимикробном действии, которое важно в сельском хозяйстве и разработке биопрепаратов. Исследование поддержано Российским научным фондом в рамках проекта № 23-66-10013.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абубакирова А. М., Лутфуллина Г. Ф. Антимикробные свойства липопептидов бактерий рода *Bacillus* // Симбиоз-Россия 2022. – 2023. – С. 4-10.

РАННЯЯ ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРИГОДНОСТИ ЗЕРНА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ДОСМОТРА СКРЫТОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ ЗЕРНОВКИ

М.В. Архипов^{1,2}, Н.С. Прияткин¹, Л.П. Гусакова¹, А.П. Конончук¹, Ю.Г. Базарнова³

¹ ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

² ФГБНУ «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр
Российской академии наук»

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
j.bazarnowa2012@yandex.ru

Проблема получения высокого качества хозяйственных партий зерна в производственных посевах остается актуальной. Учитывая большое разнообразие почвенно-климатических факторов, условий формирования семян экогенного характера (включая фитосанитарные показатели) и режимов их промышленного производства (факторы антропогенного характера) необходимо для оценки влияния всех этих факторов на показатель структурной целостности зерновки использовать неинвазивные методы раннего экспресс-контроля [1].

Цель работы – выявление степени скрытой поврежденности зерновки на основе использования метода мягколучевой рентгенографии для семян ячменя сорта «Скарлетт». Данный метод может быть использован, как для прецизионных экспериментов, так и при проведении массового досмотра производственных партий зерна в соответствии с ГОСТ Р 59603-2021. Анализ результатов показывает, что наиболее значительные повреждения структуры зерновки ячменя техногенного характера (трещиноватость), выявляются для партий семян, полученных в Краснодарском крае, Саратовской и Ростовской областей и варьирует от 79 до 51 %. Наиболее высокий уровень скрытой поврежденности экогенного характера (энизимомикозное истощение) наблюдается для партий семян, полученных в Тамбовской, Московской и Ленинградской областей и варьирует от 98 до 50 %. Используемый метод позволяет не только визуализировать скрытые особенности семени, но и минимизировать влияние человеческого фактора на полученный результат. Такой подход будет способствовать принятию более эффективных решений по оперативной корректировке используемых семенных агротехнологий с точки зрения минимизации скрытых дефектов семени, обусловленных экогенными и техногенными факторами при формировании и производстве зерна в зерносеющих регионах Российской Федерации в соответствии с задачами ФГИС «Зерно».

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов М.В. и др. Возможности рентгенографического мониторинга для решения задач семеноводства, семеноведения и зернопроизводства // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – №3(31). – С. 8-19.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИФУНГАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ *AEGILOPS* SP. В ОТНОШЕНИИ *FUSARIUM OXYSPORUM*

А.Р. Венедиктова¹, А.В. Ерофеева², Е.П. Чижевская², В.Н. Пищик²

¹ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
2106nas@gmail.com

Актуальность. Фитопатогены рода *Fusarium*, возбудители фузариозной гнили, могут снижать урожай пшеницы при возникновении эпифитотий на 11—30 % и более. Для защиты пшеницы от фузариоза используют биопрепараты [1].

Цель исследования – изучение антифунгальных свойств эпифитных бактерий *Aegilops* sp. в отношении в отношении фитопатогена *Fusarium oxysporum* 60521.

Объекты и методы. Штаммы изолированы с поверхности семян *Aegilops* sp. Идентификацию бактерий по анализу гена 16S rRNA. Подбор бактериальной суспензии проводили методом колодцев на картофельно-сахарозном агаре. Для определения антагонистической активности использовали метод рулонной культуры. Титр суспензии *F. oxysporum* 60521 составлял 2×10^5 КОЕ/мл, штамма-антагониста – 2×10^7 КОЕ/мл, затем объем суспензии в стаканах доводили до 200 мл раствором Кнопа. Выращивали в течение 14 суток при 22 °С в фитотроне с 16-часовым периодом освещенности (5000-6000 лк). Эксперименты выполняли в трехкратной повторности.

Результаты. Наибольшей антифунгальной активностью обладали бактерии *Bacillus* sp. Ae11 и Ae29 при культивировании на картофельно-сахарозном бульоне (зоны ингибирования патогена составляли 72,9 % и 31,4 %). В рулонной культуре *Bacillus* sp. Ae11 и Ae29 снизили число заболевших растений на 52,2 % и 78,3 % соответственно по сравнению с контрольным вариантом без внесения штамма-антагониста. Инокуляция штаммами *Bacillus* sp. Ae11 и Ae29 привела к увеличению длины стеблей и корней относительно варианта без инокуляции соответственно на 27,5 и 32,6 % для Ae11 и на 32,2 и 41,5 % для Ae29 (рисунок 1).

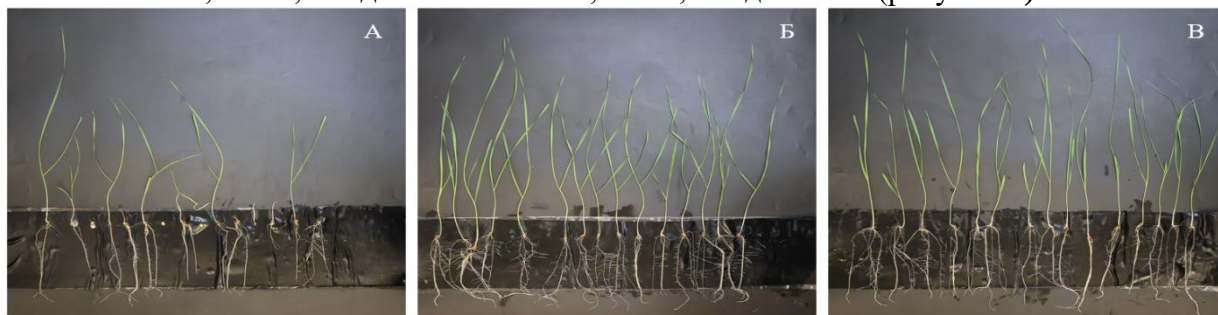


Рисунок 1 – Влияние инокуляции бактериями *Bacillus* sp. на рост и поражение фузариозом:
А – *F. oxysporum* 60521; Б – *F. oxysporum* 60521 + Ae11; В – *F. oxysporum* 60521 + Ae29

Выводы. Штаммы Ae11 и Ae29 обладают потенциалом для создания биопрепаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ma, J. Control of Fusarium Head Blight of Wheat with *Bacillus velezensis* E2 and Potential Mechanisms of Action / J. Ma, C. Gao, M. Lin et al. // Journal of Fungi, 2024. – V. 10, N. 390. – pp. 1–10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ КОРНЕЙ САЛАТА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ФИТОТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

А.А. Войнов¹, Т.Э. Кулешова², О.И. Карманова², З.А. Гасиева²,
В.Д. Якушина², Г.Г. Панова²

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

lifehuck46@gmail.com

Перспективными для экстрагирования биологически активных веществ с точки зрения обеспечения малоотходного производства являются растительные непищевые остатки, поскольку важно обеспечить ресурсосберегающий подход к развитию АПК.

Цель исследования заключалась в изучении влияния биологически активных экстрактов из отходов сельскохозяйственного производства – корней салата, на основные показатели прорастания семян фитотест-объекта.

Для получения раствора экстракта были использованы корни растений салата, выращенных в условиях интенсивной светокультуры на агробиополигоне ФГБНУ АФИ. Отобранные взвешенные образцы корней были высушены в термостате при температуре 60 °С в течение 4 ч и после этого измельчены до однородной массы. Экстрагирование проводили дистиллированной водой в соотношении 1 г корней на 100 мл воды при умеренной термической обработке (ноу-хау). В качестве фитотест-объекта был выбран салат (*Lactuca sativa* L.) сорта Гранатовые кружева (агрохолдинг «Поиск»). При изучении прорастания семян исследованы следующие варианты концентраций водных растворов экстрактов (соотношение экстракт: дистиллированная вода): 1) К – контроль (дистиллированная вода), 2) 1:100, 3) 1:1000, 4) 1:10000, 5) 1:100000, 6) 1:1000000.

Результаты изучения влияния экстрактов из корней салата представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели прорастания семян салата сорта Гранатовые кружева при воздействии водными экстрактами из корней

Вариант соотношения экстракт : дист. вода	Энергия прорастания, % от контроля	Всхожесть, % от контроля	Длина проростка, % от контроля	Длина корня, % от контроля
1:100	100	92	109	91
1:1000	108	96	138*	69*
1:10000	117*	107	106	94
1:100000	104	100	67*	130*
1:1000000	104	104	67*	130*

Примечание: * - значения достоверно отличаются от контрольного на 5%-ом уровне значимости.

Показано, что экспериментальный образец экстрактов с концентрацией 1:10000 имеет наилучший комплекс показателей по сравнению с другими пробами: наименьший разброс в отклонении соотношений длин проростка и корня, большее количество взошедших семян.

Таким образом, вариант концентрации водного растительного экстракта 1:10000 может быть рекомендован для использования в дальнейших исследованиях, направленных на разработку приемов и средств экологически безопасного и высокоэффективного повышения продуктивности растений, качества растительной продукции при обеспечении малоотходного агропроизводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меллати К.Ф., Кулешова Т.Э., Якушина В.Д., Гасиева З.А., Галушко А.С., Панова Г.Г. Влияние биологически активных экстрактов из растений томата и огурца на показатели роста шпината // Биотех-2024: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 138.

АНАЛИЗ АГРОНОМИЧЕСКИ ПОЛЕЗНЫХ СВОЙСТВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ШТАММОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ФИЛЛОСФЕРОЙ *ALHAGI PSEUDALHAGI*

А.А. Воронина¹, Д.В. Кудрявцев², О.А. Борцова², В.Н. Пищик²

¹ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
voronina2.aa@edu.spbstu.ru

Повышение продуктивности культурных растений и их устойчивости к стрессам, таким как засуха, засоление почв и инфицирование фитопатогенами являются важными задачами в условиях аридизации климата. Микробиом *Alhagi pseudalhagi* L перспективен для создания биопрепаратов, стимулирующих рост и защиту пшеницы при осмотическом стрессе [1].

Цель исследования – изучение агрономически полезных свойств бактериальных штаммов, изолированных из филлосферы *A. pseudalhagi* для скрининга наиболее перспективных штаммов с целью создания на их основе биопрепаратов для растениеводства.

Материалы и методы. Исследования проводили на 9 штаммах бактерий. Идентификацию бактерий проводили на основании анализа нуклеотидной последовательности гена 16SrRNA. Для определения способности продуцировать сидерофоры использовали методику с реактивом хромазулолом S [2]. Бактерии выращивали на LB агаре с красителем Конго красный. Фунгицидную активность определяли методом встречных культур.

Результаты. Все бактериальные изоляты показали способность к синтезу сидерофоров (рис. А); наибольшая активность наблюдалась у штаммов *Pseudomonas* sp. Э32-1 и *Pantoea* sp. K35-2. Способность к продукции ЭПС (рис. Б) была отмечена у 7 исследуемых штаммов (*Bacillus* sp. Г3-4, К34-1; *Citrobacter* sp. Г5-2; *Enterobacter* sp. Г5-3, Г34-2; *Streptomyces* sp. Г31-2; *Pantoea* sp. K35-2). Штамм *Enterobacter* sp. Г5-3 проявил высокую фунгицидную активность: ингибирование роста микромицета составило 55% (рисунок 1).



Рисунок 1 – Свойства штамма Г3-4: А – продукция сидерофоров, Б – продукция ЭПС, В – фунгицидная активность

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект № 23-66-10013 «Создание микробиологических препаратов для растениеводства на основе микробиомов засухоустойчивых растений».

ЛИТЕРАТУРА

1. Pishchik, V.N. PGPB Isolated from Drought-Tolerant Plants Help Wheat Plants to Overcome Osmotic Stress / V.N. Pishchik, E.P. Chizhevskaya, V.K. Chebotar [et al.] // Plants. – 2024. – 13, 3381.
2. Schwyn, B., J.B. Neilands Universal Chemical Assay for the Detection and Determination of Siderophores // Analytical Biochemistry. – 1987. – Vol. 160. – pp. 47-56.

УЛУЧШЕНИЕ ПИТАНИЯ ПУТЕМ БИООБОГАЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Е.Н. Волкова, М.В. Спиридонова

*ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»
г. Санкт-Петербург, Россия
ele-ven@yandex.ru*

Недоедание и скрытый голод остаются проблемой во всем мире. Неправильное питание, в том числе обусловленное отсутствием постоянного доступа к достаточному количеству продуктов питания приемлемого качества, наносит ущерб здоровью человека. По оценкам ООН, в 2019 году около 2 миллиардов человек в мире не имели регулярного доступа к безопасным, питательным и адекватным продуктам питания [1].

В развитых странах скрытый голод менее распространен, чем в развивающихся, но это явление существует в том числе, из-за дефицита в пище таких элементов, как железо, цинк, селен и йод. Скрытый голод приводит к детской и материнской смертности, влияет на рост, развитие и когнитивные способности. В связи с этим разрабатываются такие меры, как диверсификация рациона питания и пищевые добавки. Однако наиболее устойчивым решением проблемы считается биообогащение культурных растений. Растительные продукты питания составляют большую долю рациона у определенных групп населения по экономическим и социальным причинам, поэтому мероприятия по биофортификации растений актуальны для борьбы со скрытым голодом.

Выделяют следующие стратегии биофортификации продовольственных культур – это агрономическая, селекция растений и трансгенные подходы. В настоящее время достигнуты определенные успехи в этом направлении по биообогащению семян зерновых, бобовых, масличных культур, а также некоторые овощи и фрукты были биофортифицированы с помощью этих стратегий [2].

В отделе светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем Агрофизического научно-исследовательского института в течение нескольких лет в условиях открытого и защищенного грунта проводятся эксперименты по комплексному биообогащению широкого спектра сельскохозяйственных растений такими жизненно необходимыми микроэлементами, как железо, селен, цинк и йод. Приемы агрономической биофортификации включают в себя намачивание семян в растворах с различной концентрацией для получения биообогащенной микрозелени, фолиарные обработки надземной части выращиваемых растений различными химическими формами элементов, добавление микроэлементов в почвогрунт или раствор в гидропонике, подбор наиболее отзывчивых сортов и гибридов и др. [3]. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности данного направления исследований и о необходимости дальнейшего методологического совершенствования приемов для разных культур и условий выращивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цели в области устойчивого развития ООН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/hunger/> (Дата обращения: 23.03.2025).
2. Ofori, K.F. Improving nutrition through biofortification-A systematic review / K.F. Ofori, S. Antonielli, M.M. English, A.N.A. Aryee // Front Nutr. – 2022. – Dec. 9; 9:1043655.
3. Волкова, Е.Н. Фолиарное биообогащение железом редиса с использованием органической и неорганической форм в условиях светокультуры / Е.Н. Волкова, М.В. Спиридонова, О.А. Шилова, Т.В. Хамова, Н.Г. Синявина, Г.Г. Панова // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 12(40).

**ПОДАВЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ГНИЛИ САЛАТА
(ВОЗБ. *PECTOBACTERIUM* SPP.)
БАКТЕРИЯМИ-АНТАГОНИСТАМИ *PSEUDOMONAS KOREENSIS*
И *STREPTOMYCES MALACHITOSPINUS*
ПРИ ГИДРОПОННОМ ВЫРАЩИВАНИИ**

О.Е. Глушенкова, А.Н. Игнатов

*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
г. Москва, Россия,
gglushenkova.olgga@gmail.com*

Мокрая гниль, вызываемая пектолитической энтеробактерией *Pectobacterium carotovorum* [1] – одно из значимых заболеваний салата (*Lactuca sativa* L.). При выращивании салата в условиях гидропоники химические средства защиты растений запрещены, поэтому применяют биологические методы. Целью исследования является оценка эффективности бактерий-антагонистов *Pseudomonas koreensis* [2] и *Streptomyces malachitospinus* в подавлении возбудителя мокрой гнили при гидропонном выращивании салата и сравнить ее с результатами экспериментов *in vitro*, проведенном методом лунок на питательном агаре.

Методы. Для исследования выращивался салат в гидропонике по промышленной технологии (возраст растений перед заражением – 13 дней). Температура (день/ночь) +27/+18 °C, освещение – 16/8 ч. Относительная влажность воздуха – 85 %. Повторность – по 30 растений в контроле и опытном варианте, 3 независимых повторения эксперимента. Инокуляция растений суспензией штамма *P. carotovorum*, с помощью механического повреждения листа и опрыскивания суспензией, приготовленной из 48 ч культуры бактерий с концентрацией 10⁸ КОЕ/мл из расчета 5 мл на растение. Защита – введение в питательный раствор свежеприготовленной смеси *P. koreensis* и *S. malachitospinus* (возраст культуры – 72 ч) с концентрацией по 10⁷ КОЕ/мл. Оценка производилась по дате начала поражения растений в контроле и опытном варианте, по динамике развития инфекции в рамках ежедневного мониторинга развития и состояния растений, и влиянии защиты на урожайность растений – потенциальный выход товарной продукции).

Результаты и выводы. Смесь бактерий *P. koreensis* и *S. malachitospinus* (1:1) на 4–6 дней замедляла проявления симптомов, вызываемых *P. carotovorum* по сравнению с контролем. Развитие мокрой гнили на растениях, обработанных антагонистами, составило от 20 до 40 % в разных повторениях, что было существенно меньше по сравнению с контролем (90 %). Биологическая эффективность защиты составила от 30 до 75 %. Потенциальный выход товарной продукции составил до 75 % в варианте с защитой и 10 % – в контроле. Данная смесь бактерий-антагонистов показала эффективность в качестве средства защиты салата в гидропонных системах.

Результаты при гидропонном выращивании салата подтвердили предыдущие лабораторные опыты, проведенные с помощью метода лунок. В дальнейшем планируется изучение внесения данной комбинации бактерий при внесении в субстрат и совместно с микроэлементами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Toth, I.K. Soft rot erwiniae: from genes to genomes // Molecular Plant Pathology / I.K. Toth, K.S. Bell, M.C. Holeva, P.R. Birch – 2003. – V. 4 – №. 1 – pp. 17–30.
2. Kwon, S.W. *Pseudomonas koreensis* sp. nov., *Pseudomonas umsongensis* sp. nov. and *Pseudomonas jinjuensis* sp. nov., novel species from farm soils in Korea / S.W. Kwon, J.S. Kim, I.C. Park, S.H. Yoon, D.H. Park, C.K. Lim, S.J. Go // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2003. – V. 53 – №. 1 – pp. 21–27.

ЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОБИОФАГОВ ИЗ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ

М.К. Горбунова^{1,2}, А.П. Козлова¹, М.Л. Румянцева¹

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
gorbunovamk1@gmail.com

Клубеньковые бактерии (ризобии) формируют азотфиксирующий симбиоз с растениями семейства Бобовые, в результате которого азот атмосферы становится доступным для живых организмов. Биопрепараты на основе клубеньковых бактерий способствуют повышению урожайности бобовых культур и обогащению азотом почв сельскохозяйственного назначения (агроценозы). Однако эффективность таких биопрепаратов может быть ограничена различными факторами. Значимым негативным фактором, снижающим численность ризобий в ризосфере растения-хозяина, является наличие специфичных к ним бактериофагов (ризобиофаги) [1].

Целью работы являлись выделение и оценка литической активности ризобиофагов из почв двух географически удаленных агроценозов и из фитоценоза, расположенного в северной части Переднеазиатского центра биоразнообразия культурных растений (по Вавилову Н. И.). Чистые культуры фагов получали методом обогащения. В результате получено 14 новых культур литических бактериофагов, титр которых составил от $2,3 \times 10^4$ до $7,15 \times 10^8$ БОЕ/мл согласно методу титрования по Грациа. Спектр литической активности каждого бактериофага оценивали по количеству лизированных штаммов. С этой целью было изучено 38 природных штаммов *Sinorhizobium meliloti* из рабочей коллекции лаборатории генетики и селекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИСХМ и 10 штаммов, рекомендованных для применения в биопрепаратах. Установлено, что ризобиофаги из фитоценоза лизировали 67 % изученных природных штаммов и обладали избирательной активностью по отношению к 12 штаммам. Ризобиофаги из агроценоза №2 проявляли специфичность в отношении 18 штаммов, тогда как фаги из агроценоза №1 – только в отношении 3 штаммов. Различий в литической активности фагов, выделенных из разных агроценозов, по отношению к высокоэффективным штаммам, не выявлено, тогда как фаги из фитоценоза лизировали на 23 % меньше штаммов. Выявлено два бактериофага из разных агроценозов, проявлявших избирательную активность в отношении высокоэффективных штаммов, и два уникальных высокоэффективных штамма, устойчивых ко всем изученным фагам.

Таким образом, получены новые культуры ризобиофагов и показано, что они обладали более высокой литической активностью по сравнению с фагами из фитоценоза. Бактериофаги, контрастно различающиеся по фагоустойчивости, являются уникальными объектами для изучения механизмов фагорезистентности у хозяйственно-ценных видов бактерий.

Работа выполнена при поддержке РНФ 24-26-00274.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chevallereau, A. Interactions between bacterial and phage communities in natural environments / A. Chevallereau et al. // Nature Reviews Microbiology. – 2022. – V. 20 – pp. 49-62.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭКСТРАГЕНТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЭКСТРАКТАХ ЛИСТЬЕВ МАЛИНЫ

А.М. Дарханова, Э.В. Сынгеева, Г.П. Ламажапова

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»
г. Улан-Удэ, Россия
korean2507@mail.ru

Флавоноиды (ФЛ) являются важной группой вторичных метаболитов, синтезируемых растениями, которые обладают антиоксидантными, противовоспалительными и антимикробными свойствами. Листья малины (*Rubus idaeus* L.) богаты ФЛ, что делает их ценным сырьем для производства биологически активных экстрактов. Кроме того, они также обладают жаропонижающим, кровоостанавливающим и вяжущим действием [1]. Водно-спиртовые экстракты из листьев малины активно применяются в фармацевтической и пищевой промышленности из-за их эффективности и безопасности. При этом уровень содержания ФЛ в экстрактах определяется рядом факторов, среди которых концентрация экстрагента является одним из наиболее важных.

Цель – Изучение влияния концентрации спирта на содержание флавоноидов в экстрактах из листьев малины.

Листья малины были собраны после сбора основного урожая растения (2024 г.) и высушены при температуре $25 \pm 3^\circ\text{C}$. Для получения экстрактов использовался метод мацерации с применением водно-спиртовых растворов различной концентрации (20–80 %). Соотношение сырья и экстрагента составляло 1:10, а время экстракции – 1 час при комнатной температуре. Количественное определение флавоноидов проводилось спектрофотометрическим методом с использованием AlCl_3 в пересчёте на рутин. Эксперименты проводились в трёхкратной повторности, а данные были обработаны с использованием стандартных статистических методов [2].

Результаты исследования показали, что концентрация спирта влияет на содержание ФЛ в экстрактах. Наибольшее количество ФЛ ($2,6 \pm 0,3$ мг/г сухого вещества) было обнаружено в экстракте с использованием 80 % этанола. При использовании 20 %, 40 % и 60 % этанола содержание флавоноидов составило $1,5 \pm 0,2$ мг/г, $1,9 \pm 0,3$ и $2,0 \pm 0,3$ мг/г соответственно. Полученные результаты согласуются с данными из литературных источников, согласно которым оптимальная концентрация спирта для экстракции ФЛ из растительного сырья обычно находится в диапазоне 60–80 %. Это связано с тем, что ФЛ являются полярными соединениями, которые лучше растворяются в смесях воды и спирта, чем в чистом спирте или воде.

Исследование показало, что концентрация экстрагента влияет на содержание ФЛ в водно-спиртовых экстрактах из листьев малины. При использовании 80 % этанола выход ФЛ был наибольшим. Результаты могут быть в дальнейшем могут быть применены для совершенствования технологий получения экстрактов с повышенным содержанием ФЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zaky, A. A. Bioactive compounds from plants and by-products: Novel extraction methods, applications, and limitations / A. A. Zaky, M.U. Akram, K. Rybak, D. Witrowa-Rajchert, M. Nowacka // AIMS Molecular Science, 2024. – P. 150-188.
2. Дашиева, Ж. Д. Определение содержания флавоноидов в Купене душистой / Ж. Д. Дашиева, Т. П. Анцупова // Вестник ВСГУТУ. – 2013. – Т. 43. – №4. – С. 91-94.

ХЛОРЕЛЛА И МОЛОЧНАЯ СЫВОРОТКА КАК БИОСТИМУЛЯТОРЫ РОСТА *AVENA SATIVA*

А.Ю. Дмитриева, Т.Р. Кудряшова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ask5048090@gmail.com

Сельское хозяйство является неотъемлемой частью современного мира. С каждым годом эта отрасль расширяется и влияет на спрос регуляторов роста. Так, в последние время стали особенно актуальны биостимуляторы. Объём рынка биостимуляторов с 2018–2025 года увеличился в четыре раза [1]. Поиск эффективных биостимуляторов для повышения всхожести семян является важной задачей. Их популярность основана на значительном увеличении урожайности и повышении качества культур, а также низкой опасности для окружающей среды. Из этого следует необходимость и безусловная важность исследования свойств биостимуляторов. Целью данной работы явилось изучение влияния различных концентраций растворов хлореллы и молочной сыворотки на прорастание семян овса (*Avena sativa* L.).

В ходе исследования нами были приготовлены растворы хлореллы в соотношении 1:10, 1:3, 1:2, и молочной сыворотки – 1:10, 1:5, 3:10 [2]. Для стратификации *A. sativa* использовали стерильные чашки Петри с двойными фильтрами, в каждую из которых затем было внесено по 100 зерен голозерного овса. В рамках данного эксперимента чашки Петри были поделены на две группы, каждая из которых включала 9 проб. Каждая группа, имела 3 повторности, для равномерного внесения различных концентраций каждого из растворов. При этом, 3 чашки Петри остались в контрольной группе (полив водой по 10 мл). В течение 5 сут полив растворами разных концентраций (по 10 мл) осуществляли через день [3]. В ходе эксперимента мы наблюдали, что растворы хлореллы и молочной сыворотки действительно приводят к увеличению прорастания семян *A. sativa* по сравнению с результатами, полученными в контрольной группе (на 2 сут – $6,6 \pm 1,5$ шт; на 5 сут – $15,6 \pm 2,2$ шт). Дополнительно, можно отметить высокую эффективность использования раствора хлореллы в соотношении 1:10 (2 сут – $17,6 \pm 1,5$ шт; 5 сут – $21,0 \pm 0,6$ шт), и раствора молочной сыворотки в соотношении 1:5 (2 сут – $14,0 \pm 1,3$ шт; 5 сут – $20,3 \pm 2,4$ шт). Можно заключить, что использование раствора хлореллы более предпочтительно, нежели раствора молочной сыворотки, в связи с получением более высоких результатов прорастания, и необходимостью меньшей концентрации раствора.

Результаты данной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях изучения влияния биостимуляторов на другие сельскохозяйственные культуры, а также, при выборе наиболее результативных концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Biostimulants Market Information by Active Ingredients, Mode of Application, Crop and Region – Forecast till 2032. Sakshi Gupta, 2023. – 167 P.
2. Влияние культуральной жидкости микроводорослей на рост и развитие семян корнеплодов / Э. А. Туктарова, Э. И. Латипова, Г. Г. Габидулина [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1-2(55). – С. 127-130.
3. Кудряшова, Т. Р. Оценка качества голозерного овса новой селекции / Т. Р. Кудряшова, О. Б. Иванченко, И. Г. Лоскутов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 50-58.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ НА ОВЕС ПОСЕВНОЙ ГОЛОЗЕРНЫЙ

А.Ю. Дмитриева, Т.Р. Кудряшова, О.Б. Иванченко

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ask5048090@gmail.com

На сегодняшний день, в России, прослеживается активная тенденция населения к здоровому образу жизни. Которая диктует необходимость расширять ассортимент функциональных продуктов. Овес (*Avena sativa* L.) охватывает род в семействе злаковых (*Gramineae*), является более ранней в освоении культурой, нежели пшеница (*Triticum* L.) и ячмень (*Hordeum* L.). До использования человеком, встречался в посевах как сорное растение. Более стойкий к условиям произрастания, чем главные культуры, овес нередко сдерживал и вытеснял их, благополучно продвигаясь в новые районы. В настоящее время эта культура распространена на всех континентах и характеризуется экологогеографическим многообразием, что обуславливает разнообразие форм, отличных по комплексу морфологических и биологических признаков. Несомненно, важным является правильное хранение зерна, не допускающее развитие на нем посторонней микрофлоры и вредителей. При этом, сохраняющее его качественные показатели и функциональные свойства.

В связи с вышеизложенным, актуальной целью данной работы становится проверка одного из основных показателей качества овса – энергия прорастания, в совокупности со способностью к прорастанию. Показатели определяли согласно ГОСТ 10968-88 Зерно [3]. Объектом исследования явился яровой овес голозерный, сорт Велес, урожай 2019 г. (опыт был проведен в 2019 г). Объект исследования предоставлен доктором сельскохозяйственных наук, академиком РА Н Баталовой Г.А. (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока). Согласно ГОСТ [3] для овса энергия прорастания должна быть не ниже 90 %, исследуемый овес «Велес» – $82,5 \pm 1,0$ % (зерно в стадии послеуборочного дозревания). Способность прорастания зерна определяют через 45 дней после его уборки. Разница исследуемого овса между энергией прорастания и способностью должна составлять менее 5 % [3] и составила $3,5 \pm 0,2$ %. Исследуемый овес хранили в течение пяти лет в тканевом мешке, в сухом вентилируемом помещении, при комнатной температуре 25 ± 2 °С, при стандартной влажности помещения (до 60 %). Через пять лет опыт повторили, энергия прорастания составила $93,0 \pm 2,0$ % (как и способность прорастания). По результатам исследования можно сделать вывод, что подобные условия хранения не влияют на энергию прорастания и способность прорастания исследуемого сорта голозерного овса. Результаты данной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях при подборе оптимальных условий долгосрочного хранения зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшова, Т. Р., Иванченко О.Б. Овес и продукты его переработки как перспективное пищевое сырье Северо-Западного региона России// Актуальная биотехнология. – 2019. – № 3(30). – С. 149-153.
2. Кудряшова, Т. Р. Оценка качества голозерного овса новой селекции / Т. Р. Кудряшова, О. Б. Иванченко, И. Г. Лоскутов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 50-58. – DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-50-58.
3. ГОСТ 10968-88. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН

А.Д. Жигулин¹, Т.А. Кузнецова¹, Н.С. Прияткин², В.Н. Сорокопудов³¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», Ботанический сад

г. Москва, Россия

a.zhigulin_01@mail.ru

Рябина обыкновенная является перспективным объектом для озеленения городов и применения ягод в пищевых целях. Однако размножение семенами сопряжено с трудностями, поскольку они находятся в состоянии глубокого эндогенного покоя, который можно преодолеть методом холодной стратификации [1]. Для селекционной работы размножение семенами имеет большое значение.

Материалы и методы исследования. Семена перспективных форм рябины обыкновенной были предоставлены Ботаническим садом ФГБНУ ВИЛАР. Стратификацию семян во влажном вермикулите проводили при температуре 3-5 °С. Для стимулирования прорастания семян использовали коммерческий стимулятор роста «Суспензия Хлореллы» («БиоКомплекс», Россия), гиббереллиновую кислоту (ГК), индолилуксусную (ИУК), индолилмасляную (ИМК) кислоты, а также сочетание стимуляторов роста по [1]. Проращивание семян проводили в чашках Петри при температуре 25±2 °С.

Результаты исследования. Эксперимент проводили в течение двух лет. Время стратификации составляло от 117 суток (2024г.) до 189 суток (2023 г.), всхожесть соответственно – 7,32 и 54,00 %. С целью увеличения процента прорастания, не проросшие семена 2024 года сбора, после стратификации замачивали в течение суток в растворах стимуляторов роста: ГК 0,01, 0,15, 0,02 %; ИУК 0,001, 0,0001 %; ИМК 0,001, 0,0001 % и «Суспензия Хлореллы», один вариант предполагал последовательное замачивание в течение 2 суток в ГК (0,01 %), кинетине (0,05 %) и тиомочевине (1,0 %) [1]. Наиболее интенсивное прорастание наблюдалось в варианте с сочетанием стимуляторов роста [1] на 7 сутки (16,7±1,9 %), в варианте с использованием препарата «Суспензия Хлореллы» прорастание началось на 14 сутки (46,7±5,1 %), остальные варианты и контрольный вариант начали прорасть на 19 сутки и процент прорастания не отличался от контроля (6,6±1,9 %), в варианте с использованием 0,0001 % ИУК процент прорастания имел тенденцию к увеличению (10,0±1,0 %). На 19 сутки в вариантах с использованием сочетания стимуляторов роста процент прорастания достигал 30,0±1,9 %, а с использованием препарата «Суспензия Хлореллы» оставался на уровне 46,7±5,1 %. Исследование проростков на 19 сутки прорастания показало, что в варианте с использованием сочетания стимуляторов роста проростки имели слабо развитый корень и побег в отличие от контроля. В варианте с использованием препарата «Суспензия Хлореллы» проростки морфологически не отличались от контроля. Таким образом, увеличить процент прорастания семян после стратификации возможно при использовании препарата «Суспензия Хлореллы», при этом полученные проростки хорошо развиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В. Н. Гладкова. – Л: Издательство «Наука», 1985. – 348 с.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОУГЛЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ОТ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦОВ В ИНТЕНСИВНОЙ СВЕТОКУЛЬТУРЕ

Н.П. Зиновьев¹, Т.Э. Кулешова², О.И. Карманова², В.Е. Вертебный²,
Я.И. Богданова², Ю.В. Хомяков²

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

nzinovev85@gmail.com

На сегодняшний день создание малоотходных агропроизводств становится всё более востребованным. Один из важнейших компонентов таких производств – замкнутый цикл, при котором отходы одной стадии становятся сырьём для другой. Так, при выращивании огурцов отходами являются стебли, листья и корни огурца. Как правило ботву компостируют с целью получения удобрений или сжигают для получения золы, однако растительные остатки можно использовать также в качестве сырья для получения биоугля [1].

Цель работы заключалась в исследовании способов получения наибольшего выхода углерода из растительных остатков методом пиролиза.

Огурцы выращивались в малогабаритном фитотехническом комплексе «Экофил» с использованием светодиодного освещения, моделирующего естественный свет. В процессе и по окончании вегетации оставалась ботва растения, непригодная в пищу, в том числе листья, которые сушились и использовались для получения биоугля в дальнейшем. Выбор листьев обусловлен их большей сухой массой в сравнении с корнями и стеблями, а также удобством их измельчения. Листья измельчались двумя способами: вручную – до хлопьев и с помощью ступки – до порошка. Затем измельченный лист помещался в герметичную глиняную емкость (образец 1 и 7) или плотно заворачивался в фольгу различными способами (образцы 2, 3, 4, 5 и 6). Далее образцы ставились в муфельную печь на 1 час при постоянной температуре 550 °С [2]. После этого проходил анализ процентного содержания углерода в полученном биоугле с помощью анализатора углерода МЕТЭК-200. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа биоугля на содержания углерода

Образец	1	2	3	4	5	6	7
Содержание углерода, %	32,6	8,9	9,1	16,1	8,4	5,9	22,2

Обнаружено, что в образце 1 содержание углерода было выше всех исследованных вариантов, из чего можно сделать вывод, что измельчение хлопьями и пиролиз в глиняной емкости лучше подходит для получения биоугля, чем пиролиз в фольге.

В перспективе биоуголь из растительных остатков овощных культур может использоваться в качестве сырья для дальнейшего получения активированного угля, а также материала, который может применяться в производстве электродов для электрохимических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горовцов, А.В. Получение биоуглей с заданными характеристиками пористой структуры и перспективы их применения в сельском хозяйстве / А.В. Горовцов, Т.В. Бауэр, Т.М. Минкина и др. // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства / Издательство Юж. федер. ун-та, 2019. – С. 33–40.
2. Шевченко, А.Л. В.М. Зайченко, Г.А. Сычев. Получение биоугля с использованием экзотермической реакции // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019 / Объединённый институт высоких температур РАН, 2019. – С. 1779–1783.

**ПОВЫШЕНИЕ СИНТЕЗА АНТОЦИАНОВ ВО ВТОРОМ ПОКОЛЕНИИ РАСТЕНИЙ
LINARIA MAROCCANA, ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ
*AGROBACTERIUM RHIZOGENES***

С.Д. Исаков, Е.А. Андреева, О.И. Болотникова, Д.И. Богомаз

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
serzh.isakov.01@list.ru

Фиксация агробактериальных вставок в геномах растений является одним из наиболее интересных примеров горизонтального переноса генов (ГПГ) между про- и эукариотами. В геномах многих неинфицированных растений, в частности, представителей родов *Nicotiana* [1] и *Linaria* [2], обнаружены последовательности нуклеотидов, гомологичные Т-ДНК *Agrobacterium rhizogenes*, получившие название клеточной Т-ДНК (кТ-ДНК). Предполагается, что фиксация агробактериальных вставок в растительных геномах происходит путём регенерации новых растений из опухолевых клеток и последующей передачи трансгенов потомству при половом размножении. Возможность такой передачи продемонстрирована в опытах с *Nicotiana tabacum*, причем у трансгенных растений был выявлен специфический фенотип (морщинистые листья и сниженное апикальное доминирование) [3]. Целью данного исследования было подтверждение влияния кТ-ДНК на фенотип растений рода *Linaria*.

Клетки растений *Linaria maroccana* трансформировали *A. rhizogenes* А4. Семена, полученные путём самоопыления трансформированных растений, высаживали в закрытый грунт и выращивали под УФ-освещением при комнатной температуре. Данным способом вырастили 56 опытных растений. Их ДНК была использована для проведения ПЦР-анализа в режиме реального времени с праймерами, специфичными к гену *rolC* – одному из наиболее консервативных генов кТ-ДНК. В результате анализа выявили 4 растения, несущих вставку кТ-ДНК. Кроме того, для всех трансгенных растений была характерна бледно-розовая окраска стеблей и листьев, что указывает на повышение содержания антоцианов.

Выяснение причин увеличения синтеза антоцианов во втором поколении растений *Linaria*, трансформированных *A. rhizogenes*, поможет раскрыть способ фиксации агробактериальных вставок в ходе эволюции растений этого рода. Необходимо отметить, что присутствие гена *rolC* *A. rhizogenes* в геноме способствует устойчивости растения к фитопатогенам и абиотическим факторам стресса. Это представляет особый интерес для сферы сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Intrieri M. C. The horizontal transfer of *Agrobacterium rhizogenes* genes and evolution of the genus *Nicotiana* / Intrieri M. C. and Buiatti M. // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2001. – V. 20. – №1 – P. 100-110.
2. Matveeva T. V. Horizontal gene transfer from genus *Agrobacterium* to the plant *Linaria* in nature / Matveeva T. V. et al. // Molecular plant-microbe interactions. – 2012. – V. 25. – №. 12. – P. 1542-1551.
3. Tepfer D. Transformation of several species of higher plants by *Agrobacterium rhizogenes*: sexual transmission of the transformed genotype and phenotype // Cell. – 1984. – V. 37. – №. 3. – P. 959-967.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПИНОЛИДОКСИНА НА РАСТЕНИЯ ГОРОХА ПОСЕВНОГО С ПОМОЩЬЮ МЕТАБОЛОМНОГО ПОДХОДА

А.В. Клюбина¹, А.Л. Шаварда², А.Л. Берестецкий³

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

² ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»

³ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

г. Санкт-Петербург, Россия

klyubinaalya@mail.ru

Пинолидокси́н относится к группе десятичленных лактонов и является вторичным метаболитом гриба *Didymella pinodella* – известного патогена гороха посевного [1]. Это вещество обладает фитотоксическими свойствами, однако его роль в развитии гриба-продуцента и механизмы действия на чувствительные растения не изучены.

Цель работы состояла в том, чтобы оценить влияние пинолидоксина на биохимическое состояние листьев гороха посевного с помощью метаболомного подхода.

Для выделения пинолидоксина гриб культивировали на субстрате на основе перловой крупы, после чего биоматериал экстрагировали 50 % водным ацетоном, а получившуюся после упаривания растворителя водную фазу – этилацетатом. Выделение токсина из экстрактов осуществляли хроматографическими методами. Растения гороха опрыскивали раствором пинолидоксина в 5 % этаноле и контрольным раствором, не содержащим токсина. Листовые пробы отбирали через 4, 24 и 48 часов после обработки и замораживали жидким азотом. Метаболиты растения извлекали из листьев 50 % метанолом. Неполярные соединения удаляли с помощью хлороформа, а полярную фракцию анализировали методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором. Обработку результатов хроматографического анализа проводили с применением различных статистических программ.

В изученных растительных тканях было обнаружено около 200 соединений и определено их количественное содержание, порядка 80 из них удалось идентифицировать. Спектр детектированных и идентифицированных соединений относился как к первичному, так и ко вторичному метаболизму гороха.

В построенной методом главных компонент модели метаболитные профили контрольных экстрактов различались в динамике наблюдений незначительно. Экстракты, полученные из листьев, обработанных токсином и отобранных через 24 и 48 часов, статистически значимо отличались от соответствующих контрольных образцов листьев. Таргетный анализ метаболома листьев гороха выявил изменение концентрации соединений, отвечающих за стрессоустойчивость растений, и уменьшение содержания пула веществ, участвующих в шикиматном и фенилпропаноидном метаболических путях.

Таким образом, было показано, что пинолидокси́н является стресс-фактором и может ингибировать биосинтез фитоалексинов в листьях гороха. Дальнейший анализ содержания фитоалексинов методом ВЭЖХ и экспрессии защитных генов в тканях листьев гороха посевного и при воздействии пинолидоксина, позволит уточнить один из его возможных механизмов действия на растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen Q., Jiang J.R., Zhang G.Z., Cai L., Crous P.W. Resolving the Phoma enigma // Studies in mycology. – 2015. – № 82. – P. 137–217.

РАЗРАБОТКА ПРЕДИКТИВНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГРИБОВ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ

Т.Р. Кудряшова^{1,2}, А.А. Крюков², А.П. Юрков²

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

г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

сельскохозяйственной микробиологии»

г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

tahacorfu@yandex.ru

Грибы арбускулярной микоризы (АМ, класс *Glomeromycetes*), играют важную роль в наземных экосистемах, усиливая питание растений, особенно фосфорное, повышая адаптацию растений к стресс-факторам среды биотической и абиотической природы, принимая участие в восстановлении нарушенных земель. Помимо защиты растений от патогенов, грибы АМ в условиях засухи регулируют расход воды в растении с помощью изменения экспрессии генов аквапоринов у растения. В настоящее время ведется активная разработка биопрепаратов – усилителей роста растений на основе этих грибов, несмотря на их облигатный статус по отношению к растению-хозяину [1]. При этом, на рынке биопрепаратов постоянно появляются новые препараты грибов АМ. Их эффективность почти всегда неизвестна. Обычно это сухие смеси – порошки, имеющие низкую или нулевую эффективность для растений. Исследования в ряде случаев показали отсутствие грибов АМ в таких препаратах. Закупка и использование таких препаратов, без проверки эффективности, наносит вред для сельского хозяйства. Соответственно, промышленное сельское хозяйство нуждается в протоколах и методах для проверки таких препаратов в полевых условиях.

В связи с этим, актуальной целью данной работы становится разработка предиктивного метода оценки эффективности стимуляторов роста растений на основе грибов арбускулярной микоризы. Для оценки эффективности препаратов на основе АМ грибов будет использоваться анализ экспрессии симбиотических генов маркеров, в первую очередь, генов аквапоринов, генов транспорта сахаров и фосфора (AQP, SWEET, PHT). Такой метод позволит определять эффективность АМ-симбиоза уже на ранних стадиях развития растения-хозяина, предотвратив возможные убытки от некачественных биопрепаратов.

Нами были проанализированы уровни экспрессии генов из трех ключевых семейств у модельного растения *Medicago lupulina* в симбиозе с грибом АМ *Rhizophagus irregularis* в ключевые стадии онтогенеза растения-хозяина при различных условиях (три уровня биодоступного фосфора в субстрате, недостаток влаги). По проведенным исследованиям гены-кандидаты в маркеры эффективного АМ симбиоза из семейства фосфорных транспортеров – *MIPT4*, транспортеров углеводов – *MISWEET1b*, *MISWEET3c* и *MISWEET16*, аквапоринов – *NIP2.1*, *NIP 4.2*. Эти гены рекомендуются к применению для тестирования эффективности АМ-симбиозов в полевых условиях с целью проверки качества биопрепаратов.

Работа выполнена при поддержке РНФ 24-26-00181.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшова, Т.Р. SWEET гены *Medicago lupulina* при развитии симбиоза с арбускулярной микоризой в условиях низкого уровня фосфора / Т.Р. Кудряшова, А.А. Крюков, А.О. Горбунова, О.Б. Иванченко, А.П. Юрков // Бутлеровские сообщения. – 2024. – Т. 78. – № 5. – С.119-127. DOI: jbc-01/24-78-5-119.

БАКТЕРИИ РОДА *BACILLUS* ПРОТИВ НЕМАТОДЫ *TURBATRIX ACETI*

Д.М. Курышева, С.В. Гальченко, А.С. Чердакова

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

г. Рязань, Россия

s.galchenko2017@yandex.ru

Нематоды – типичные представители круглых червей, обитающие в почве. Для большинства культурных растений нематоды являются опасными вредителями, так как обитают в почвенном корнеобитаемом слое, выделяют токсичные для растений продукты метаболизма и могут даже напрямую воздействовать на корневую систему поселяясь на ней. Такие «соседи» представляют большую опасность для растения. Они способны питаться клеточным соком корней, что приводит к истощению растения в целом, делает его более восприимчивым к негативной «работе» других вредителей – бактерий и вирусов. В результате растение может погибнуть. А для культур данная опасность связана с потерей урожайности, и, как следствие – экономическим ущербам.

На сегодняшний день существуют различные химические и биологические методы борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. Химические пестициды применяются десятилетиями и были весьма успешны в борьбе с нематодами в первые годы применения [1]. На данный момент эффективность их использования снизилась, так как черви начали приобретать устойчивость к ним. По нашему мнению, наиболее экономически выгодными и экологически безопасными являются биологические методы, то есть использование биопестицидов, созданных на основе микроорганизмов.

Нами были изучены штаммы рода *Bacillus* – природной бактерии, являющейся аборигенной практически во всех типах почв и обладающей ингибирующей способностью к действию патогенов растений: *B. thuringiensis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. Firmus*. Все образцы взяты из коллекционного фонда Национального биоресурсного центра Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт». Для оценки нематодной активности представителей рода *Bacillus* получали жидкую культуру микроорганизмов с титром $1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл. Опыт состоял из трех вариантов и контроля: с использованием супернатанта, седимента и культуральной жидкости. Оценка нематодной активности проводилась по проценту смертности микроорганизмов на каждом из вариантов. Исследования проводились в течении 72 часов, в 3-х кратной повторности.

Установлено, что виды рода *Bacillus* проявляют неодинаковую нематодную активность на вариантах опыта. По результатам скрининга, *Bacillus firmus* проявил наиболее высокую антагонистическую активность против нематоды *Turbatrix aceti*. Данные результаты наблюдались на всех трех вариантах. Бактерия снижает жизнеспособность нематод путем выработки сериновой протеазы, способной разрушать множество белков, связанных с кутикулой и кишечником гельминта. Было подтверждено, что потенциал *Bacillus thuringiensis* заключается в синтезе кристаллических включений, происходящем на стадии образования спор, что необходимо принимать во внимание при реализации биопрепаратов на основе данной бактерии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологические средства защиты растений в борьбе с фитопаразитическими нематодами, другими патогенами и перспективы их использования в XXI веке / Н.Д. Романенко, В.Г. Заец, Н.И. Козырева [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2008. – № 2. – С. 39-51.

ОЦЕНКА АМИЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ СПОНТАННЫХ ЭГИЛОПСО-ПШЕНИЧНЫХ ГИБРИДОВ ВИДА *AEGILOPS KOTSCHYI* BOISS. (2N = 28, ГЕНОМ SU) КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

И.В. Кузьмин², И.А. Баженова², Ю.В. Иванова¹, Ю.В. Хомяков¹

¹ ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
kuzmin.iv@edu.spbstu.ru

Мягкая пшеница – ключевой сельскохозяйственный злак, обеспечивающий около 20 % потребляемых калорий. Незаменимость пшеницы обусловлена как естественной эволюцией, так и достижениями в селекции. Многие гены (устойчивость к болезням и вредителям, засухоустойчивость) были привнесены в сорта пшеницы от родственных видов, таких как эгилопсы. В связи с климатическими рисками и повышением роли продовольственной безопасности в целом, данные признаки делают эту культуру привлекательной для использования в качестве банка генов для пшеницы. Амилазная активность зерна влияет на хлебопекарные качества: α -амилаза ухудшает качество хлеба, а β -амилаза улучшает спиртовое брожение.

Цели исследования: рассмотреть уникальные спонтанные плодовые гибриды (СГ) вида *Aegilops kotschy Boiss.* (2n= 28, геном SU) – оценить их морфо-биологические характеристики и биохимические показатели зерна. Объединив полученные данные с результатами исследований коллег по спонтанным гибридам видов *Ae. biuncialis* и *Ae. trivialis*, мы надеемся найти полезные признаки рода эгилопсов, которые расширят генетическое разнообразие продовольственной пшеницы для практического использования.

Материалы и методы: Образцы семян СГ были получены из коллекции Всероссийского института растениеводства имени Н. И. Вавилова. Активность α - и β - амилазы у спонтанных гибридов и их материнских форм изучали колориметрическим методом на спектрофотометре. Лабораторную оценку показателей α - и β - амилазы выполняли в лаборатории Агрофизического научно-исследовательского института.

Результаты колориметрического анализа показывают, что содержание β - амилазы в гибридах в среднем на 10,8% больше, чем в материнских образцах, а α - амилазы на 62,4 % ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание амилазы зерна спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов и их материнской формы вида *Aegilops kotschy Boiss.*

№ каталога	Форма	Страна	Альфа амилаза	Бета амилаза	Общая амилаза
4869	Гибрид	Азербайджан	2,38	43,43	48,81
4869	Гибрид	Азербайджан	1,50	46,45	47,95
4870	Гибрид	Азербайджан	1,75	9,08	10,83
4870	Гибрид	Азербайджан	4,39	38,09	42,48
4871	Гибрид	Азербайджан	0,75	45,58	46,33
4872	Гибрид	Азербайджан	2,51	44,94	47,45
4872	Гибрид	Азербайджан	19,07	29,12	48,19
2198	Материнская	Азербайджан	12,3	31,3	43,6
2198	Материнская	Азербайджан	-	34,9	47,2

Общее содержание амилаз у гибридов выше, чем у материнских форм. Данные результаты являются положительными факторами исследования.

ЭКСТРАКЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БИОМАССЫ *NANNOCHLORIS SP. NAUMANN IPPAS C-1509*

О.Р. Левчук, Д.М. Коплевская, Е.Ю. Самохина

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
levchuk.or@edu.spbstu.ru*

В работе приведены данные о влиянии параметров экстракции: продолжительность экстракции и мощность ультразвуковой гомогенизации, которые влияют на эффективность извлечения фенольных соединений из растительной биомассы. Результаты исследования могут быть полезны для оптимизации процесса экстракции фенольных веществ из биомассы *Nannochloris sp.* с целью повышения его эффективности и экономической целесообразности.

Цель работы: подбор условий экстракции полифенольных веществ из биомассы *Nannochloris sp.*

Материалы и методы: Экстракцию фенольных соединений проводили по следующей схеме: к 0,1 г лиофилизата *Nannochloris sp.* прибавляли 10 мл 96 % этилового спирта, затем проводили ультразвуковую гомогенизацию на приборе Scientz-III (ООО «Вилитек», Россия) в диапазоне мощности от 50 до 200 Вт с шагом в 50 Вт в течение 5 и 15 мин [2]. Спектрофотометрирование полученных извлечений проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1280. Диапазон сканирования находился в пределах 200-800 нм [1].

Результаты и их обсуждение: Анализ полученных спектральных профилей показал, что области поглощения, характерные для фенольных соединений, находятся в диапазоне длин волн 250-280 нм и 320-380 нм [1] (рисунок 1).

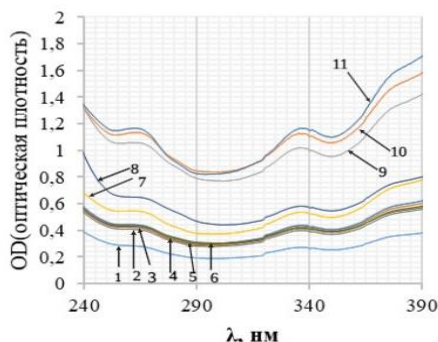


Рисунок 1 – Спектры поглощения фенольных соединений, выделенных из биомассы

***Nannochloris sp.* в растворе этилового спирта, разбавление (1:1000):**

**1 – 50 Вт - 5 мин.; 2 – 150 Вт - 5 мин.; 3 – 100 Вт - 5 мин.; 4 – 50 Вт - 15 мин.; 5 – 175 Вт - 5 мин.;
6 – 100 Вт - 15 мин.; 7 – 150 Вт - 15 мин.; 8 – 200 Вт - 5 мин.; 9 – 200 Вт - 15 мин.;
10 – 175 Вт - 15 мин.; 11 – 160 Вт - 15 мин.**

Закключение: Выявлено, что максимальный выход фенольных соединений в экстракты наблюдался при мощности озвучивания 150-175 Вт, длительность гомогенизации 15 минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Червяковский Е. М. Спектральные свойства полифенольных соединений из наружных чешуй лука *Allium sera* // Труды Белорусского государственного университета: научный журнал. – 2007. – Т. 2, ч. 1.
2. Georgiopoulou I. et al. Process optimization of microwave-assisted extraction of chlorophyll, carotenoid and phenolic compounds from *Chlorella vulgaris* and comparison with conventional and supercritical fluid extraction // Applied Sciences. – 2023. – Т. 13. – №. 4. – С. 2740.

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *NANNOCHLORIS SP. NAUMANN IPPAS C-1509*

О.Р. Левчук, Д.М. Коплевская, Е.Ю. Самохина, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
levchuk.or@edu.spbstu.ru

Вторичные метаболиты микроводорослей отличаются разнообразием – хлорогеновая, кофейная и транс-коричная кислоты, а также изофлавоны, флавонолы, флаваноны и дигидрохалконы. Все перечисленные соединения обладают широким спектром биологической активности [1,2]. *Цель работы:* определить содержание фенольных соединений в биомассе *Nannochloris sp.*

Методика исследований: Экстракцию фенольных соединений проводили по следующей схеме. К 0,1 г лиофилизата *Nannochloris sp.* прибавляли 10 мл 50 % и 96 % этанола, затем подвергали УЗ-гомогенизации на приборе Scientz-IID (ООО «Витек», Россия) при мощности 160 Вт в течение 15 мин. Затем полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр и исследовали на содержание фенольных соединений по методу Фолина-Чиокальтеу [4]. Для определения содержания в экстракте флавоноидов предварительно проводили фракционирование системой растворителей петролейный эфир – гексан – этилацетат – этанол 9:1. На ротаторном испарителе удаляли остатки растворителей при температуре 40 °С. Полученный остаток перерастворяли в этаноле и исследовали на содержания флавоноидов по методу Чанга [3]. Общее содержание фенолов рассчитывали по уравнению стандартной кривой по галловой кислоте, содержание флавоноидов вычисляли с помощью калибровочного графика, построенному по кверцетину, результаты выражали в мг/г.

Таблица 1 – Содержание фенольных соединений и флавоноидов в биомассе *Nannochloris sp.*

Образец	Содержание фенольных соединений (мг/г сухой биомассы)	Содержание флавоноидов (мг/г сухой биомассы)
<i>Nannochloris sp.</i> (этанол 96 %)	15,01±0,11	3,16±0,14
<i>Nannochloris sp.</i> (этанол 50 %)	24,69±1,53	4,55±0,17

Результаты и их обсуждение: Установлено, что использование 50 %-го этанола позволяет извлечь из биомассы *Nannochloris sp.* фенольных соединений больше в 1,6 раз, а флавоноидов – в 1,4 раза по сравнению с использованием 96 %-го этанола (таблица 1).

Заключение: Полученные результаты указывают на перспективность дальнейшего изучения *Nannochloris sp.* в качестве источника биологически активных фенольных веществ и требует дальнейшего изучения их фитохимического профиля и возможностей применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова Ю.Г. и др. Выделение ценных компонентов из биомассы микроводорослей *Chlorella Sorokiniana* // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – №. 2. – С. 176-179.
2. Митишев А.В. и др. Микроводоросли как новый источник биологически активных соединений, обладающих антибактериальной активностью // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2021. – Т. 24. – №. 7. – С. 24-29.
3. Chang C, Yang M, Wen H, Chern J (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J Food Drug Anal 10:178–182.
4. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol 299:152–178.

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ БИОМАССЫ *NANNOCHLORIS SP. NAUMANN IPPAS C-1509*

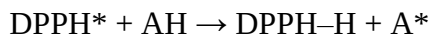
О.Р. Левчук, Е.Ю. Самохина, Д.М. Коплевская, Ю.Г. Базарнова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
levchuk.or@edu.spbstu.ru*

Вид *Nannochloris sp. Naumann IPPAS C-1509* представляет интерес для биотехнологии и медицины, поскольку способен синтезировать различные пигменты и накапливать вторичные метаболиты, обладающие антиоксидантной активностью (флавоноиды, фенолы, каротиноиды) [1].

Цель работы – определение антиоксидантной активности биомассы микроводоросли *Nannochloris sp. Naumann IPPAS C-1509*.

Материалы и методы: объектом исследования являлся экстракт из биомассы *Nannochloris sp. Naumann IPPAS C-1509*, полученный путем ультразвуковой гомогенизации из 0,1 г лиофилизата биомассы в 50 %-ном этиловом спирте. Антиоксидантную активность определяли спектрофотометрически. В основе метода лежит взаимодействие антиоксидантов, содержащихся в биомассе с хромоген-радикалом: 1,1-дифенил-2-пикрил-гидразилом (DPPH) [2]. В качестве контрольного раствора использовали чистый реактив DPPH, разбавленный 96 %-ным этиловым спиртом. Реакция взаимодействия антиоксидантов с DPPH-радикалом протекает по схеме [3]:



Расчет антиоксидантной активности (АОА) вели по формуле (1):

$$\text{АОА} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\%, \quad (1)$$

где: A_1 – оптическая плотность чистого раствора DPPH, A_2 – оптическая плотность исследуемого экстракта с добавленным к нему раствором DPPH.

Результаты и их обсуждение: Результаты изучения антиоксидантной активности показали, что экстракт биомассы *Nannochloris sp.* имеет антиоксидантную активность 22,5 % ингибирования DPPH.

Заключение: Показатель антиоксидантной активности может быть использован не только для определения антиоксидантного потенциала микроводорослей как источника биологически активных фитокомпонентов, но также для прогнозирования их способности сохранять ценные микронутриенты в процессе хранения сухой биомассы микроводорослей. Это имеет важное значение для пищевой промышленности, где сухие микроводоросли используются в качестве биологически активных добавок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babich, O. (2023). Study of the polysaccharide production by the microalgae C-1509 *Nannochloris sp. Naumann* / Babich, O., Ivanova, S., Tupitsyn, A. et al. // Biotechnology reports (Amsterdam, Netherlands). – 2023. – V. 40. – e00818.
2. Сухомлинов, Ю. А. Изучение антиоксидантной активности травы чины клубненосной (*Lathyrus tuberosus L.*) / Ю. А. Сухомлинов, К. Р. Бубенчикова // Человек и его здоровье. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 93-98.
3. Исследование in vitro биологически активных свойств комплексов, выделенных из биомассы микроскопических водорослей / В. Ф. Долганюк, О. О. Бабич, С. А. Сухих [и др.] // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5, № 3. – С. 212-222.

АНАЛИЗ ЗАПАСНОГО БЕЛКА ГЛИАДИНА В СПОНТАННО ЭГИЛОПСНО-ПШЕНИЧНЫХ ГИБРИДАХ И ИХ МАТЕРИНСКИХ ФОРМАХ ВИДА *AEGILOPS TRIVIALIS MIGUSCH. ET CHAK. (2N=42, ГЕНОМ DDDMM)* ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Н.М. Мартыненко¹, Ю.В. Иванова¹, И.А. Баженова², А.К. Легаев²

¹ ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
levchuk.or@edu.spbstu.ru

Изучение генома *Aegilops L* позволяет интегрировать полезные аллели и повысить генетическое разнообразие. Важность генома *Aegilops L* заключается в его способности обогащать генофонд рода *Triticum L.* и обеспечению продовольственной безопасности в будущем.

Цель работы – исследование спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов (СГ) вида *Aegilops trivialis (Zhuk)* с использованием электрофоретического анализа запасного белка глиаина для выявления генетических различий и стабильности компонентов.

Материалы и методы: Материалом для исследования были взяты образцы спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов вида *Aegilops trivialis Migusch. et Chak. (2n=42, геном DDDMM)* из коллекции ВИР, впервые полученные на Дагестанской опытной станции ВИР. Исследования проводились в отделе биохимии и молекулярной биологии Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) электрофоретическим методом запасных белков глиаина [1].

Результаты исследований: Полученные электрофоретические спектры глиаина продемонстрировали генотипическую стабильность, не зависящую от условий выращивания и года репродукции. Все компоненты были сгруппированы по фракциям (α , β , γ , ω), что позволило установить максимальное количество позиций для каждой фракции. Сравнительный анализ спектров СГ с материнскими формами выявил как унаследованные, так и новые компоненты, что подтверждает возможность использования глиаина в качестве маркера генотипа. Спектры регистрировались в виде белковых формул (таблица 1). Также исследуемые образцы отличаются морфологически.

Таблица 1 – Белковые формулы

Вид	α	β	γ	ω
St Кавказ (б)	5 6 7	2 3 4 5	2 3 5	2 3 4 5 8 9
Мат.форма к-1386 (а)	6 7	2 3 4	23	3 4 5 7 8
СГ к-4858 (а)	5 6 7	2 3 4	1 3 4	3 4 5 6 7 8
СГ к-4859 (в,г):	5 6 7	2 4 5	2 3 4	4 8 9
СГ к-4860 (в,г):	2 3 4 5 6	2 3 4 5	2 3 4	5 6 7 9
СГ к-4861 (в):	5 6 7	1 2 3 4 5	2 3 4 5	2 3 4 5 6 8 9

Данный метод подтверждает разнокачественный геномный состав СГ.

Заключение: Результаты исследования подтверждают, что электрофоретический анализ запасного белка глиаина является эффективным. Полученные данные позволяют использовать СГ в селекционных программах по созданию нового исходного материала для продовольственной пшеницы, а также для расширения генофонда рода *Triticum L.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Конарев, В.Г. Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос, 1983. – 320 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ СПОНТАННЫХ ПЛОДОВИТЫХ ЭГИЛОПСО-ПШЕНИЧНЫХ ГИБРИДОВ ВИДА *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIS. МЕТОДОМ КЬЕЛЬДАЛЯ

В.А. Маринин¹, И.А. Баженова¹, Ю.В. Иванова², Т.В. Шеленга²

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

² ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
г. Санкт-Петербург, Россия
marinin.va@edu.spbstu.ru

Сегодня в мире остро стоит проблема дефицита белка. К одним из наиболее важных источников сырья для пищевого производства относят пшеницу (*Triticum L.*). Содержание белковой компоненты определяет не только пищевую ценность, но и хлебопекарные качества мучных изделий.

Цель работы – определение содержания белка у спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов и их родительской материнской формы вида *Aegilops biuncialis* Vis. (2n=28, геном UM) для расширения показателей белкового компонента у продовольственной пшеницы.

Материалы и методы. Для определения содержания белка использовали метод по Кьельдалю. Он основан на количественном определении азота, образующегося при разложении органических компонентов образца. Температура сжигания в камере составляла 420 °С. Катализатор – K₂SO₄ + CuSO₄ × 5H₂O (Kjeltabs Cu/3,5) [1]. Материалом для исследования были выбраны 4 спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибрида и 3 образца материнских форм данных гибридов, выращенные на Дагестанской опытной станции (ДОС) ВИР, так как до сих пор в мире не было получено константных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов.

Результаты исследования. Содержание белка у эгилопсо-пшеничных гибридов значительно превосходит материнские формы эгилопсов, и почти вдвое выше этого показателя у стандартного сорта пшеницы Мироновская 808 (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание белка зерна спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов и их материнской формы вида *Aegilops biuncialis* Vis. НСР_{0,05}=2,9

№ п/п	Номер каталога и страна происхождения	Белок, %	№ п/п	Номер каталога и страна происхождения	Белок, %
Эгилопсо-пшеничные гибриды			Материнские формы		
1	к-4868 (ок-4123) Ливан	20,48±0,06	1	к-4123 Ливан	20,54±0,10
2	к-4876 (ок-4482) Греция	28,25±0,10	2	к-4482 Греция	20,96±0,14
3	к-4865 (ок-4198) Греция	24,95±0,13	3	к-4198 Греция	14,04±0,12
4	к-4866 (ок-4198) Греция	27,61±0,08	st	Пшеница Мироновская 808	14,8

Заключение. Наличие разного содержания белка у спонтанных гибридов с одинаковой материнской формой свидетельствует об участии в их геномах разных отцовских форм пшеницы и их геномных взаимодействиях. По поиску отцовских форм пшеницы сейчас проводятся молекулярно-генетические исследования методами белковых маркеров и секвенирования по Сэнгеру, что позволит на основе ДНК последовательностей и библиотек ДНК определить максимально возможного родителя от видов рода *Triticum L.*

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10846 – 91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка [Текст]. – Москва: СТАНДАРТИНФОРМ, 2009. – 8 с.

АБОРИГЕННЫЕ ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.К. Мещалкина, С.В. Гальченко, А.С. Чердакова

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

г. Рязань, Россия

s.galchenko2017@yandex.ru

Фосфор играет незаменимую роль в жизненно важных процессах растений: энергетическом обмене, фотосинтезе, синтезе нуклеиновых кислот и других. Его доступное количество в почве отражается на урожайности сельскохозяйственных культур. С каждым новым урожаем наблюдается опасная тенденция к снижению доступного и усвояемого элемента для растений в почве. До последнего времени данная проблема решалась за счет внесения химических фосфорных удобрений. Мы предлагаем рассмотреть вопрос о скрытых возможностях самой почвы, использования потенциала природных аборигенных видов микроорганизмов, обитающих в ней и способных переводить нерастворимые и труднодоступные почвенные фосфаты в доступные для растений соединения. Исходя из того, что внесение фосфорных удобрений несомненно способствует повышению урожайности культур, но, может создавать и ряд серьезных проблем: эвтрофикация водоемов, загрязнение почв тяжелыми металлами, нарушение естественного баланса микроэлементов в почве и др. Использование фосфатмобилизующих свойств микроорганизмов самой почвы и создание на их основе биопрепаратов является весьма перспективным и эффективным приемом как с экологической, так и экономической точек зрения; позволяет рассматривать в качестве альтернативы широко применяемым на данный момент химическим методам повышения урожайности [1].

Почвенные образцы для исследований были отобраны из основных типов почв Рязанской области: серые лесные, дерново-подзолистые и черноземы выщелоченные. Выделение PSB осуществляли путем посева почвенной суспензии на селективную среду NBRIP-агар. Концентрацию мобилизованного аборигенными микроорганизмами фосфора определяли спектрофотометрически с помощью фотометрической реакции. Идентификация выделенных штаммов проводилась с использованием тест-системы «Рапид-Энтеро 200 М».

На всех исследованных образцах почвы были обнаружены фосфатмобилизующие микроорганизмы, что подтверждалось образованием зон гало вокруг колоний на агаризованной среде NBRIP и изменением цвета pH-индикатора, указывающим на выделение органических кислот. Диаметр зон гало варьировал в зависимости от типа почвы. Максимальные результаты получены на вариантах с черноземом выщелоченным (16 мм) и серой лесной почвами (15 мм); на дерново-подзолистой – зоны составили 8 мм в диаметре.

Штамм, выделенный из чернозема, предположительно относится к роду *Bacillus*. Штаммы из серой лесной почвы – *Enterobacteriaceae*.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования аборигенных микроорганизмов, адаптированных к местным почвенным условиям, для разработки биопрепаратов на их основе, что позволит безопасно и эффективно повышать доступность фосфора для растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выделение и характеристика почвенных фосфатмобилизующих микроорганизмов / Н. А. Белясова, О. С. Игнатовец, Д. С. Сергиевич [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 93-97.

ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА ВСХОЖЕСТЬ И РОСТ *MEDIASIA MACROPHYLLA*

У.Т. Мухтарова, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
umidamuhtarova40@gmail.com

Актуальность. Лекарственное растение *Mediasia acrophylla* богато эфирными маслами и сложными липидами и активно используется жителями Средней Азии в качестве консервирующих добавок для кисломолочных продуктов без потери их вкусовых качеств. Высушенные листья и семена находят применение как пряность, поскольку они сохраняют приятный аромат на протяжении длительного времени [1].

Цель работы: оценка влияния фитогормонов на прорастание семян и накопление биомассы *Mediasia macrophylla*.

Объект и методы исследования. В процессе исследования использовали методы обработки семян *Mediasia macrophylla* растворами гиббереллина (0,01 %) и ауксина (0,005 %). Проведена оценка их влияния на прорастание семян, а также мониторинг роста проростков, стеблей и листьев растения.

Результаты и их обсуждение. Результаты эксперимента показали, что семена, обработанные растворами гиббереллиновой и ауксиновой кислотами, начали прорастать спустя 6-7 сут, в то время как контрольная группа семян (без обработки) проявила всходы только через 10-12 суток (рисунок 1). Обработка ауксином улучшила корнеобразование, что сказалось на устойчивости растений к внешним факторам и их способности к активному росту.

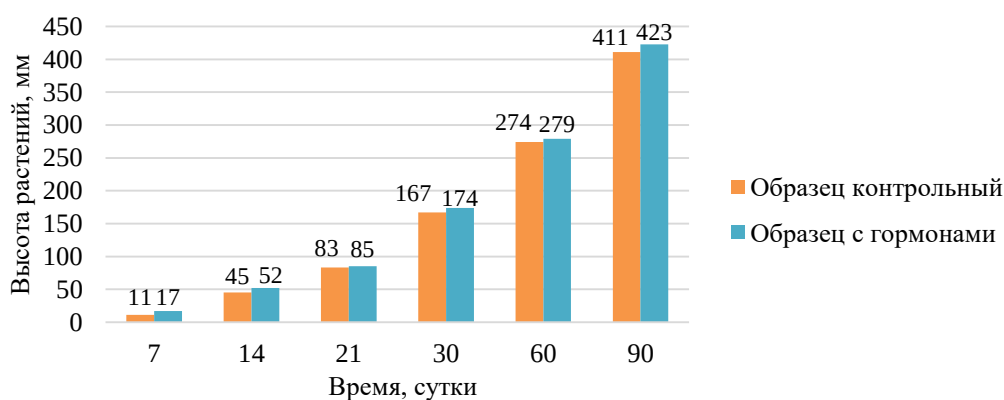


Рисунок 1 – Влияние фитогормонов на динамику роста *Mediasia macrophylla*

Заключение. Результаты эксперимента показали, что применение гиббереллина и ауксина существенно улучшают всхожесть семян и параметры роста *Mediasia macrophylla* в первые 14 сут. прорастания. В дальнейшем они практически не оказывают влияние на интенсивность роста *Mediasia macrophylla*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pulatova L. U., Eshkaraev S. C. *Mediasia macrophylla* pimen Application of the plant in medicine // Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2024. – Т. 4. – №. 10. – С. 262-266.

НАКОПЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ЛИСТЬЯХ САЛАТА НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.А. Несмеянова¹, О.Б. Иванченко¹, В.Е. Вертебный²

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

nesmeyanova.va@edu.spbstu.ru

Нитраты, являются основными формами азота, используются растениями для роста и развития, однако их избыточное накопление может привести к серьезным экологическим и медицинским последствиям. Особенно это актуально для культур, выращиваемых на фоне различного минерального питания, где баланс питательных веществ играет ключевую роль в формировании урожайности и качества растений. Различные минеральные удобрения, а также их сочетания влияют на уровень накопления нитратов, а также на физиологические и биохимические процессы в растениях. Одним из важных аспектов является взаимодействие между питательными элементами, которые могут как способствовать, так и препятствовать накоплению нитратов.

Цель исследования – изучение влияния различных уровней минерального питания на накопление нитратов в салате «Гребенчатый» (*Lactuca sativa*) [1].

Материалы и методы. Посев семян был осуществлён в кассетах с подготовленным грунтом, обогащённым 5 вариантами минеральных удобрений с разными концентрациями макроэлементов (N, P, K). Температуру воздуха в палатке поддерживали на уровне 24 °С. Источником освещения являлись фитолампы полного спектра. Для оценки накопления нитратов в листьях использовали потенциометрический метод. Определение нитратов производится с помощью селективных ионных электродов, основанного на принципе электродной селективности, обеспечиваемой специфическими ионными мембранами. [2].

Результаты и обсуждение. Зависимость от различного количества минерального удобрения на содержания нитратов в салате показало, что применение удобрений значительно влияет на уровень нитратов в растениях. Результаты эксперимента продемонстрировали, что увеличение дозы азота (N) при прочих равных условиях ведет к росту содержания нитратов. Например, при повышении уровня азота с 200 до 600 (в сочетании с фиксированными параметрами фосфора и калия) наблюдается заметное увеличение содержания нитратов — 1420,3 мг/кг против 3911,9 мг/кг, соответственно. Изменение концентрации фосфора и калия также оказывает влияние на уровень нитратов, однако не в такой степени, как это происходит с азотом. Наиболее значительный уровень нитратов наблюдается в образцах с высокими дозами всех трех элементов, что свидетельствует о важности более тщательного контроля за внесением минеральных удобрений.

Вывод. Увеличение концентрации удобрений, особенно фосфора и калия, приводит к увеличению содержания нитратов в салате.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самсонова Н.Е. Основы минерального питания растений и технологий применения удобрений: Учебное пособие. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. – 256 с.
2. Зайцев, К. С. Методы определения нитратов в растениях / К. С. Зайцев. – Новосибирск: Сибирское издание, 2021. – 180 с.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА НА ДИНАМИКУ РОСТА КЛЕТОК *CHLORELLA VULGARIS BEIJER*

М.А. Никандров, А.А. Балабаев

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
nikandrov.ma@edu.spbstu.ru

Актуальность В последние десятилетия возрос интерес к технологиям валоризации микроводорослей. Микроводоросли рода *Chlorella* широко распространены в природе, а их биомасса отличается высоким содержанием нутриентов, что создает перспективу ее применения в качестве пищевой и кормовой добавки.

Материалы и методы: Объектом исследования является штамм зелёных микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-1. Культивирование проводили в лабораторном биореакторе объёмом 0,5 л. В качестве питательной среды использовали модифицированную питательную среду Тамия [1], барботирование кислородом воздуха осуществляли со скоростью 1,4 л/мин, фотопериод составлял 16–8 ч., исходная концентрация клеточной суспензии составляла 0,20–0,25 млн. кл. / мл.

В качестве источников искусственного освещения использовали светодиодные матрицы, состоящие из 25 ламп ТИС-15M1P с суммарным световым потоком 2300 Лм и светодиодные матрицы с излучением красного и синего диапазона с суммарным световым потоком 800 Лм. Комбинирование источников освещения производили, согласно работе, написанной ранее [2].

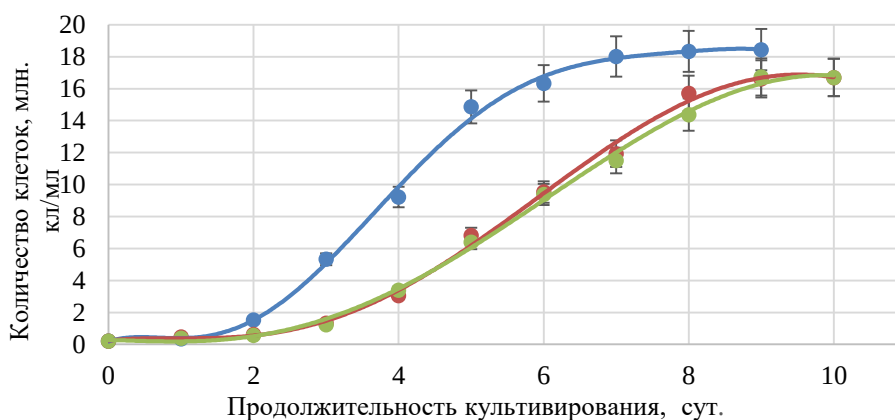


Рисунок 1 – Кривые культивирования *Chlorella vulgaris* Beijer в различных условиях освещенности: ● – ЛДС (7500 Лк); ● – ЛДС+УФ (9500 Лк); ● – ЛДС + 2УФ (11500 Лк)

Заключение. В результате исследования установлено, что для популяции *Chlorella vulgaris* Beijer более целесообразным является использование сочетания источников света с общей освещенностью, не превышающей 10 000 Лк (ЛДС +УФ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Becker E.W. Microalgae for human and animal nutrition // Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology. – 2013. – Р. 461-503.
2. Базарнова Ю. Г., Балабаев А. А., Медведева А. О., Черникова Д. А., Воробьев К. В. Влияние освещенности на кинетику роста и накопление хлорофилла в биомассе *Chlorella vulgaris*// Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 73. – № 1. – С. 92-100.

ВЛИЯНИЕ СОРТА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА ДИНАМИКУ ВЫЛЕТА *SITOTROGA CEREALELLA*

А.А. Озеров, Ю.А. Смятская

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия,
andrey158.adelta@mail.ru

В настоящее время появляется большой спрос на применение экологически чистых и безопасных методов по борьбе с насекомыми – вредителями, которые приносят значительные убытки для сельскохозяйственной отрасли. Вид зерновой моли *Sitotroga cerealella* применяется в сельском хозяйстве в качестве кормовой добавки для хищных видов насекомых. Также яйца зерновой моли применяются для их заражения клетками плесневых грибов рода *Trichoderma*, обладающих возможностью создания симбиотических отношений и их защиты от растительных инфекций. Для определения эффективности вылета зерновой моли используется метод подсчёта по 100 зёрнам из партий.

В данной работе была рассмотрена динамика вылета зерновой моли из зерна различных сортов пшеницы. В качестве объекта исследования выступала зерновая моль вида *Sitotroga cerealella*. В эксперименте применялись сорта пшеницы «Фёдор» (40,80, 51-56); яровой сорт пшеницы «Ладья» (20,27); пшеница сорта «Снегурка» (99). В скобках представляются номера партий зерна. Партия 27 является проросшей со следами заражения плесневыми грибами.

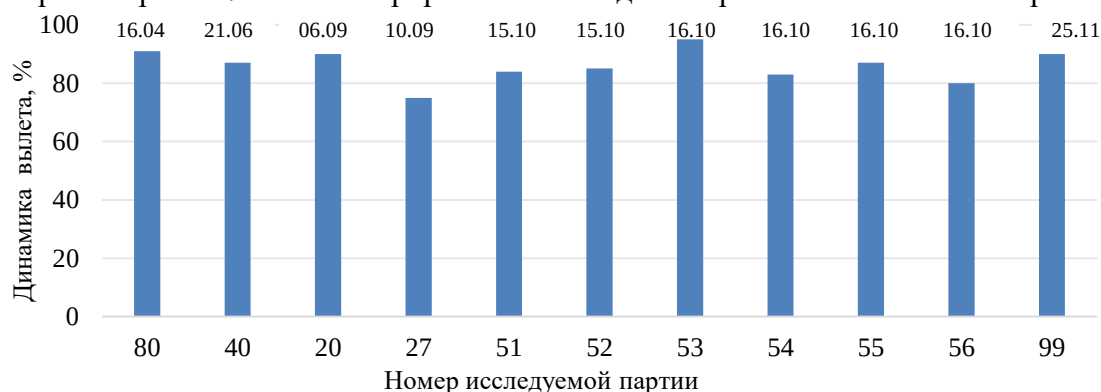


Рисунок 1 – Уровень заселённости партий зерна

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее эффективный вылет идёт в партиях, применяющих зерно сорта «Фёдор», из-за высокого содержания питательных веществ. Также на примере партии 27 можно увидеть, что развитие плесени останавливает рост культуры и способствует ее гибели. На эффективность вылета влияет температура и влажность, поэтому поддерживаются постоянные микроклиматические условия в помещении, где проводятся исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Naglaa F. A.-H. New unit for mass-production of *Sitotroga cerealella* (Olivier) eggs for rearing the parasitoid *Trichogramma* used in insect pest control. Middle East Journal of Agriculture Research, 2018. – V. 7 (02). – PP. 430-436.
2. Siam A., Zohdy N., Zohdy M., Mohammed A., ELHafez A. M., Moursy L. E., ELSherif H. A. Cold storage and gamma irradiation of *Sitotroga cerealella* Olivier eggs (Lepidoptera: Gelechiidae) in relation to the success of parasitism by *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2019. – V. 29. – 34.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ МОРФОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СЕМЯН МОРКОВИ

Н.А. Озеров¹, Н.С. Прияткин², Ф.Б. Мусаев³, А.Ж. Семёнов³

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

г. Москва, Россия

ozerov2.na@edu.spbstu.ru

Применение методов цифровой морфометрии позволяет быстро и качественно провести оценку семян по показателям формы, отражающим их выполненность и жизнеспособность.

Цель работы – провести морфометрический анализ семян моркови для установления оптимальных параметров отбора семян.

Объект и методы исследования. Семена моркови столовой сорта Марлинка, урожая 2023 года, репродукционные семена (РС-1), получены в Республике Дагестан. Морфометрический анализ цифровых сканированных изображений семян с использованием серийного программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология», производства ООО «АргусСофт», г. Санкт-Петербург [1].

Результаты исследования. Семена моркови были разделены на 6 фракций: 3 размерных фракций – мелкие, средние, крупные; и каждая размерная фракция разделена по удельной плотности на – лёгкие или тяжёлые. Результаты цифрового морфометрического анализа позволили выявить тенденцию – по мере увеличения размера (калибра) семян растет их округлость, т.е. рост семян идет в большей степени за счет ширины, длина оказалась более стабильным параметром. Визуализация тенденции представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Соотношение удлинённости фракций семян к их площади

Полученные показатели можно использовать для определения выполненности, полноценности семян. Для каждого вида возможно будет сформировать «индекс формы семян», присущий для полноценных, сформировавшихся семян и методом цифровой морфометрии дать численную характеристику для каждой партии семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая морфометрия семян: Научно-методическое руководство пособие / Ф.Б. Мусаев, Н.С. Прияткин, С.М. Кузнец [и др.]. – Москва: ФГБНУ ФНЦО, 2024. – 72 с.

ПОВЫШЕНИЕ БИОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРЫ *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. В ОТВЕТ НА СОЛЕВОЙ СТРЕСС

Е.А. Попова, О.В. Кригер

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»
г. Калининград, Россия
elena_popova97@mail.ru

Актуальность. Одним из наиболее известных лекарственных растений семейства *Lamiaceae* является иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.), который богат биологически активными веществами с широким спектром полезных свойств [1]. Использование каллусных культур растений позволяет оптимизировать условия культивирования для получения максимального количества важных соединений [2]. **Цель работы** – исследовать влияние солевого стресса на биологическую активность вторичных метаболитов каллусной культуры *Hyssopus officinalis*.

Материалы и методы. Культивирование каллусной культуры проводили на среде Мурасиге-Скуга (МС) с добавлением 0,2 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП) и 1 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-Д) в присутствии разных концентраций NaCl (0, 50, 100, 200, 300, 400 и 500 мМ). Определение фенольных соединений и гидрохлоркоричных кислот осуществляли спектрофотометрическим методом. Антиоксидантную активность экстрактов оценивали с применением трех методов DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), FRAP (Fe(III)-2,4,6-трипиридил-*s*-триазиновым комплексом) и ABTS (2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолино-6-сульфоновой кислоты)).

Результаты исследования. Наибольшее количество фенольных соединений зафиксировано в присутствии 50 (5,47±0,11 мг-экв. галловой кислоты (ГК)/г сухой массы (СМ)) и 100 (5,63±0,25 мг-экв. ГК/г СМ) мМ NaCl в питательной среде. На биосинтез гидрохлоркоричных кислот солевой стресс оказывал отрицательное влияние. Максимальное их содержание наблюдалось в контрольной группе (18,43±0,68 мг-экв. розмариновой кислоты (РК)/г СМ). При определении антиоксидантной активности методами DPPH и ABTS выявлено её снижение в присутствии различных концентраций NaCl в питательной среде по сравнению с контролем. В то же время метод FRAP не показал статистически значимых различий между контролем (24,53±0,94 мг-экв. аскорбиновой кислоты (АК)/г СМ) и при концентрациях 50 (23,37±2,56 мг-экв. АК/г СМ) и 100 (21,67±4,04 мг-экв. АК/г СМ) мМ NaCl.

Заключение. Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено, что высокие концентрации соли (200 – 500 мМ) оказывают отрицательное воздействие на биосинтез вторичных метаболитов и антиоксидантную активность экстрактов каллусной культуры *H. officinalis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tahir M., Khushtar M., Fahad M. et al. Phytochemistry and pharmacological profile of traditionally used medicinal plant Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) // Applied Pharmaceutical Science. – 2018. – P. 132-140.
2. Benjamin E. D. et al. Callus culture for the production of therapeutic compounds // American Journal of Plant Biology. – 2019. – Т. 4. – №. 4. – С. 76-84.

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ГУМИНОВЫМ ПРЕПАРАТОМ, ВЫДЕЛЕННЫМ ИЗ САПРОПЕЛЯ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

К.И. Павшок¹, В.Е. Вертебный², Т.А. Гурова^{1,2}

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

pavshokkristina@gmail.com

В современном растениеводстве все чаще применяют различные стимуляторы роста, в том числе препараты на основе гуминовых веществ. Гуминовые препараты, полученные из различного органического сырья (торф, сапропель, леонардит и др.) могут обладать адаптивными свойствами, оказывать стимулирующее действие на растения и снимать физиологический стресс. Данные препараты имеют широкий спектр применения – замачивание семян перед посевом, некорневые обработки посевов и др. Эффективность некорневых обработок доказана рядом исследователей. Важнейшим свойством гуминовых препаратов является повышение устойчивости растений к различным стресс-факторам. Цель работы: изучение активности пероксидазы, как индикатора физиологического стресса, в проростках яровой пшеницы сорта «Агрос» после foliarной обработки гуминовым препаратом, выделенным из сапропеля.

Схема эксперимента включала 8 вариантов – 4 варианта, не подверженных стрессу: контрольный вариант (обработка водой), 3 варианта некорневой обработки с концентрацией гуминовых кислот 10^{-3} , $5 \cdot 10^{-5}$, 10^{-6} мг/мл и 4 аналогичных варианта, подверженных стрессу. Физиологический стресс вызывали УФ-облучением (254 нм) в течение 1 минуты. Некорневую обработку проводили на 10 день после всходов, стресс вызывали через 24 часа после обработки, измерение активности пероксидазы проводили на следующие сутки. Проростки яровой пшеницы выращивали методом рулонной культуры. Определение активности пероксидазы проводили по методу Бояркина.

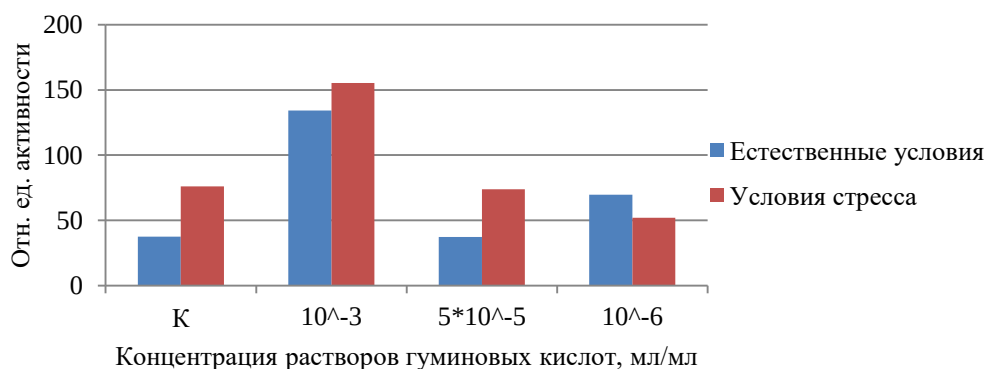


Рисунок 1 – Активность пероксидазы в проростках яровой пшеницы

Некорневые обработки гуминовым препаратом способствуют снижению активности пероксидазы по отношению к контролю во всех вариантах эксперимента. Физиологический стресс, вызванный ультрафиолетом, привел к закономерному увеличению активности пероксидазы, однако обработка гуминовым препаратом с концентрацией 10^{-3} и 10^{-6} мг/мл способствовала относительному снижению активности фермента, что может говорить о снижении концентрации активных форм кислорода, и как следствие, снижению физиологического стресса.

СКРИНИНГ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯРОВОГО РАПСА – ПРОДУЦЕНТОВ ФЕРМЕНТОВ

Ю.К. Родыгина^{1,2}, М.В. Худяева², А.В. Ерофеева², В.К. Чеботарь²

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии»
г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
julia_rodygina0209@mail.ru

Согласно последним исследованиям, эндофитные бактерии обладают большим биотехнологическим потенциалом и активно используются в производстве биоудобрений [1, 2]. Большинство эндофитных микроорганизмов способны повышать урожайность сельскохозяйственных культур за счет синтеза фитогормонов, витаминов, а также способности растворять труднодоступные соединения фосфора и фиксировать из атмосферы молекулярный азот [1]. Способность эндофитных бактерий продуцировать биоконтрольные вещества и ферменты с антагонистическими свойствами позволяет им ингибировать развитие фитопатогенных микроорганизмов, вызывающих различные заболевания у растений [2].

Исследована коллекция выделенных изолятов эндофитных бактерий семян рапса ярового (*Brassica napus* L.) и пшеницы яровой (*Triticum aestivum* L.). Для выделения бактерий были использованы семена рапса ярового сорта Оредеж-6 и пшеницы яровой сорта Ленинградская-6 (оригинатор Ленинградский НИИСХ «Белогорка», филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»). По разработанной оригинальной методике из семян было выделено 9 изолятов эндофитных бактерий: из яровой пшеницы – 6 штаммов (Tan01D, Tan02D, Tan03D, Tan04D, Tan05D, Tan06D), ярового рапса – 3 штамма (Bnn01D, Bnn02D, Bnn03D).

Анализ ферментативной активности выделенных штаммов эндофитов показал, что 4 изолята (Tan04D, Tan06D, Bnn01D, Bnn03D) обладают амилолитической активностью, 3 штамма (Tan01D, Tan06D, Bnn03D) протеолитической, 4 штамма (Tan02D, Tan06D, Bnn01D, Bnn03D) целлюлозолитической, 2 штамма (Tan05D, Bnn03D) азотфиксирующей и 2 штамма (Tan01D, Tan03D) фосфатмобилизирующей активностью. Следует отметить способность штамма Bnn03D продуцировать аммиак. Показано, что все штаммы эндофитов способны к росту от 5 до 32 °С. Штаммы Tan02D и Bnn02D сохраняют свою жизнеспособность при 45 °С, а Bnn03D при 50 °С. Все исследуемые штаммы были устойчивы к 1 % NaCl и к 5 % NaCl (кроме штамма Tan01D). Показано, что штамм Bnn03D способен расти при 10 % NaCl, а штамм Tan02D при 20 % NaCl.

Таким образом, выделенные изоляты эндофитных бактерий обладают рядом полезных функциональных свойств и проявляют устойчивость к абиотическим факторам, таким как засоление. Эти штаммы могут рассматриваться в качестве перспективных кандидатов для разработки микробиологических препаратов, направленных на борьбу с биотическими и абиотическими стрессовыми факторами окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Е.Н. Эндофитные микроорганизмы в фундаментальных исследованиях и сельском хозяйстве / Е.Н. Васильева и др. // Экологическая генетика. – 2019. – Т. 17. – №. 1. – С. 19-32.
2. Чеботарь В.К. Эндофитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – №. 5. – С. 648-654.

АНАЛИЗ ПОЛИСАХАРИДОВ В БИОМАССЕ NANNOCHLORIS SP. NAUMANN IPPAS C-1509

Е.Ю. Самохина, О.Р. Левчук, Д.М. Коплевская, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
samohina.eyu@edu.spbstu.ru

Полисахариды, выделенные из микроводорослей, обладают антимикробной, антиоксидантной, противоопухолевой активностью. По химической природе сахара, содержащиеся в биомассе *Nannochloris sp.*, разделяют на следующие группы: нейтральные -содержащие только карбонильные и спиртовые группы; аминсахара или дезоксиамино-сахара, включающие аминогруппу; кислые сахара, содержащие карбоксильную группу.

Целью работы являлось исследование влияния бикарбонатного углерода (NaHCO_3^-) на накопление полисахаридов в биомассе *Nannochloris sp.* в условиях направленного культивирования.

Материалы и методы. Объектом исследования являлась культура *Nannochloris sp.* и биомасса, полученная путем направленного культивирования в лабораторном фотобиореакторе на питательной среде Зарукка, модифицированной по микроэлементному составу и концентрации NaHCO_3 , которая варьировалась от 0,2 до 0,4 моль/л. Температура культивирования составляла 23 ± 2 °C, pH 8-10 [1]. Выделение полисахаридов осуществляли методом щелочного гидролиза: в 10 мл воды растворяли 0,1 г лиофилизированной биомассы, доводили раствор до pH 11 и осуществляли термообработку при 100 °C в течение 180 мин., затем осаждали этанолом сахара при температуре -19 ± 1 °C в течение 12 ч. Содержание полисахаридов определяли антрон-сульфатным методом, содержание нейтральных сахаров – резорцин-сульфатным методом, содержание кислых сахаров – по методике с использованием реактива Фолина-Чокалтеу [2]. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание полисахаридов в биомассе *Nannochloris sp.*

Концентрация HCO_3^- моль/л	Полисахариды, мг/г	Нейтральные сахара, мг/г	Кислые сахара, мг/г
контроль	251,44 $\pm$ 32,90	96,5 $\pm$ 1,6	27,8 $\pm$ 0,72
0,2	311,23 $\pm$ 14,90	132,6 $\pm$ 2,1	31,1 $\pm$ 0,64
0,25	330,49 $\pm$ 3,41	136,4 $\pm$ 1,9	36,4 $\pm$ 0,85
0,3	288,02 $\pm$ 4,62	112,2 $\pm$ 2,3	37,3 $\pm$ 0,83
0,35	288,54 $\pm$ 2,39	110,3 $\pm$ 0,9	36,3 $\pm$ 0,43
0,4	271,97 $\pm$ 5,98	94,8 $\pm$ 2,4	32,2 $\pm$ 0,81

Результаты. В результате исследований установлено, что в биомассе *Nannochloris sp.* содержание полисахаридов составило от 251,44 до 330,49 мг/г в зависимости от концентрации биокarbonатного углерода в питательной среде. Показано, что биомасса *Nannochloris sp.* содержит 30–40 % нейтральных сахаров от общего содержания углеводов, и в 2,5–3 раза меньше кислых сахаров. Это хорошо согласуется с литературными данными [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова Ю.Г., Левчук О.Р., Гинак А.И. Кинетические закономерности поглощения HCO_3^- и роста биомассы *Nannochloris sp. Naumann* IPPAS C-1509 в условиях направленного культивирования // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т.76. – №12. – С.83-92.
2. Babich O. et al. Study of the polysaccharide production by the microalgae C-1509 *Nannochloris sp. Naumann* // Biotechnology Reports. – 2023. – Т. 40. – С. e00818.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ НУТРИЦИОЛОГИЯ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ *L. sakei* ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАСТЕРИЗОВАННЫХ КОНСЕРВОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ В ЙОГУРТОВОМ СОУСЕ

И.Ф. Алраджа, А.А. Тимохина, А.С. Москвичев

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
intadm@spbstu.ru

В последние годы на мировом рынке наблюдается тенденция роста потребительского спроса на продукты из мяса птицы. Особый интерес представляют аутентичные продукты питания с натуральным составом и пролонгированным сроком годности [1].

Проведенные ранее исследования антимикробных свойств биозащитных молочнокислых бактерий по отношению к различным патогенным и термоустойчивым гнилостным бактериям мяса обосновали выбор в качестве защитного барьера культуры *L. sakei* [2].

Целью работы являлось изучение влияния *Lactobacillus sakei* на микробиологические и органолептические показатели качества пастеризованного мяса птицы в йогуртовом соусе.

В качестве сырья использовали охлажденное филе грудок цыплят-бройлеров породы корниш, полученное через 24 ч после уоя (рН мяса составлял 5,9, что соответствует показателям нормы). Йогуртовый соус готовили на основе греческого йогурта 2 % жирности с добавлением пряностей (куркума, кардамон, душистый перец), джемида и кукурузного крахмала. Промытое филе нарезают на кусочки толщиной 2–2,5 см и смешивали с соусом в соотношении 8:1 с добавлением (опытный образец) и без добавления (контрольный образец) культуры *L. sakei* (ВКПМ В-8936). Полученную массу герметично упаковывали в банки массой нетто 200 г с дальнейшей выдержкой (маринованием) в холодильной камере при температуре 6 ± 8 °С в течение 24 ч. После выдержки образцы подвергали пастеризации при температуре 80 °С в течение 2 ч и далее закладывали на хранение при температуре 4 ± 6 °С в течение 90 сут. Пробы для исследований отбирали до и после холодильного хранения.

Микробиологическую стабильность образцов оценивали по показателю КМАФАнМ. Органолептическую оценку качества продукции проводили с использованием разработанной балловой шкалы. Исследования показали, что добавление в йогуртовый соус лиофилизированной культуры *L. sakei* в количестве 0,25 % положительно влияет на микробиологическую стабильность готовой продукции. До и после хранения в опытных образцах КМАФАнМ составляло менее $1,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г; в контроле после 90 дней хранения уровень КМАФАнМ поднялся до $4,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г (допускается не более $2,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г). Патогенные микроорганизмы не обнаружены ни в одном образце. При органолептической оценке наивысший балл имели опытные образцы, поскольку отличались более нежной и сочной консистенцией мяса и в целом улучшенным вкусом и ароматом, что можно объяснить гидролитической активностью культуры *L. sakei* в процессе маринования. Дополнительный антимикробный эффект вероятно обусловлен продуцированием *L. sakei* термоустойчивых бактериоцинов класса II.

Настоящие исследования показали перспективность использования *L. sakei* для улучшения органолептических и микробиологических свойств консервов из мяса птицы в соусе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова, Ю. Г. Применение биозащитных культур в технологии снеков из мяса птицы / Ю. Г. Базарнова, А. С. Москвичев, Е. В. Москвичева, И. А. Николаев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 4(64). – С. 142–149.
2. Москвичев, А. С. Перспективы применения бактериоцинов для сохранения качества мясных продуктов / А. С. Москвичев, Ю. Г. Базарнова, А. П. Корж // Мясная индустрия. – 2024. – № 8. – С. 44–46.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИТРУЕМОЙ КИСЛОТНОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СВЕЖЕСТИ МОЛОКА

М.А. Бирюкова, С.А. Брагина, М.Е. Лосева, И.А. Панкина

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
biryukova.ma@edu.spbstu.ru*

Молочная продукция занимает ключевое место в рационе современного человека благодаря своему уникальному биохимическому составу. Белки, жиры и углеводы находятся в молоке в соотношении, благоприятном для пищевого продукта, отличаются высокой калорийностью и усвояемостью. Переваримость молока и молочных продуктов в организме составляет 95-98 %. Наличие в молоке микро- и макронутриентов, витаминов, ферментов и других веществ, а также высокие вкусовые качества ставят его на первое место среди продуктов питания [1]. Одним из значимых критериев оценки молочной продукции служит показатель кислотности. Согласно ГОСТ, допустимый диапазон составляет 16,0–21,0 °Т: значения ниже 15 °Т указывают на фальсификацию, а выше 22 °Т – на начало скисания. Кислотность молока определяют потенциометрическим методом. Метод основан на нейтрализации свободных кислот, кислых солей и свободных кислотных групп, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия [2]. Кислотность молока определяли титриметрическим методом с визуальным фиксированием точки эквивалентности в присутствии индикатора фенолфталеина.

Цель: определение титруемой кислотности образцов пастеризованного молока различных торговых марок для оценки их качества и соответствия требованиям ГОСТ 31449-2013. В ходе работы исследованы образцы молока трех торговых марок пастеризованного молока с массовой долей жира 2,5 % и одинаковым сроком годности: «Домик в деревне», «Минская марка», «Эконива». Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты титриметрического анализа молока

№	Наименование торговой марки образца молока	Титруемая кислотность, °Т			
		1 измерение	2 измерение	3 измерение	Среднее
1	«Домик в деревне»	17,0	17,0	17,0	17,0±0,0
2	«Минская марка»	19,0	19,0	18,0	18,7±1,4
3	«Эконива»	18,0	18,0	18,0	18,0±0,0

В ходе работы были сделаны следующие выводы: все исследованные образцы молока соответствуют требованиям ГОСТ 31449-2013. Наименьшая кислотность была выявлена у образца молока ТМ «Домик в деревне» (17,0±0,0 °Т), наибольшая – у образца ТМ «Минская марка» (18,7±1,4 °Т). Обнаруженные расхождения могут быть связаны с технологическими особенностями производства, качеством кормовой базы сельскохозяйственных животных или нюансами логистики и хранения готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дунченко Н.И., Храмцов А.Г., Макеева И.А. Под общ. ред. В.М. Позняковского. Учебно-справочное пособие. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 477 с.
2. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. – Москва: Стандартинформ, 2013 – 10 с.

КОЛЛАГЕН-ЦИНКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ: КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОДОСТУПНОСТИ

Б.А. Болхонов, С.Д. Жамсаранова, Т.Б. Тумурова, Д.В. Шалбуев

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»
г. Улан-Удэ, Россия
bolkhonov.bulat@mail.ru

Современные исследования подтверждают необходимость создания биодоступных форм цинка, дефицит которого приводит к серьезным нарушениям здоровья. Низкая усвояемость традиционных неорганических соединений стимулирует поиск новых решений. Перспективным направлением является разработка хелатов цинка на основе коллагена – белка с уникальной структурой, обеспечивающей высокую реакционную способность и биодоступность микроэлемента [1].

Цель работы – разработка биодоступных комплексов цинка на основе гидролизованного коллагена с использованием компьютерного моделирования и экспериментальных методов.

Материалы и методы исследования. В рамках данного исследования был использован коллаген из отходов кожевенного производства (патент RU 2715639 C1). Компьютерное моделирование взаимодействия цинка с коллагеновой матрицей выполнялось методом молекулярного докинга в программе HyperChem 8.0. Процесс ферментативного гидролиза пепсином анализировали методами формольного титрования и определения общего азота. Молекулярно-массовое распределение изучали гель-хроматографией (MolSelect) и SDS-PAGE. Иммунизация цинка изучалась путем инкубации гидролизата коллагена в растворах сульфата цинка различной концентрации (от 0,005 М до 0,5 М).

Результаты и их обсуждение. Компьютерное моделирование (молекулярный докинг) выявило, что гидроксипролин формирует наиболее стабильный комплекс с цинком [2]. Ферментативный гидролиз коллагена пепсином повысил степень расщепления до $65,15 \pm 1,69$ %, снизив долю высокомолекулярных фракций (250-50 кДа) с 58 % до 6,4 %, что подтверждено гель-хроматографией и SDS-PAGE. В гидролизате преобладали низкомолекулярные пептиды (45-22 кДа - 95,4 %), обеспечившие доступность реакционноспособных групп. Максимальное связывание цинка ($424 \pm 12,5$ мкг/мл) достигнуто при 0,05 М $ZnSO_4$, тогда как при 0,1–0,5 М наблюдалось осаждение белка из-за агрегации пептидов. Гидролизат связывал цинк в 2,8 раза эффективнее нативного коллагена (152 мкг/мл), что объясняется увеличением активных центров после гидролиза.

Выводы. Разработанный подход, основанный на ферментативной модификации коллагена и последующей иммобилизации цинка, представляет собой перспективную стратегию создания новых органических форм микроэлемента с улучшенными характеристиками биодоступности.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-26-00086.

ЛИТЕРАТУРА

1. Udechukwu M. C., Collins S. A., Udenigwe C. C. Prospects of enhancing dietary zinc bio-availability with food-derived zinc-chelating peptides // Food & function. – 2016. – Vol. 7. – №. 10. – С. 4137-4144.
2. Компьютерное моделирование органических форм цинка и селена на основе белка коллагена / Б. А. Болхонов, С. Д. Жамсаранова, Д. В. Шалбуев, Т. Б. Тумурова // Вестник ВСГУТУ. – 2024. – № 2(93). – С. 46-54. DOI: 10.53980/24131997_2024_2_46.

ПОСОЛ ДЕЛИКАТЕСНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА

И.А. Василевская, С.А. Елисеева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
vasilevskaya.ia@edu.spbstu.ru

Радужная форель характеризуется высокой пищевой ценностью, что делает ее одним из наиболее полезных видов лососевых рыб. Наиболее эффективным способом сохранения питательных свойств рыбы является применение биотехнологических методов без использования высоких температур, таких как посол в сочетании с холодильной обработкой [1, 2]. В качестве эффективного натурального антиоксиданта для сохранения качества слабосоленой радужной форели может быть использован дигидрокверцетин, растительное соединение с высокой биологической активностью и минимальными противопоказаниями.

Цель работы – изучить влияние добавки дигидрокверцетина в посолочных смесях на улучшение потребительских свойств, повышение выхода и продления сроков годности деликатесной слабосоленой продукции из форели радужной.

Объектом исследования является форель радужная (*Oncorhynchus mykiss*). В ходе технологических проработок состава посолочной смеси с добавлением дигидрокверцетина и его комплекса с аскорбиновой кислотой проведены эксперименты по изучению влияния композиций антиоксидантов на качество и безопасность слабосоленой продукции из форели.

Методы исследования. Оценка органолептических показателей осуществлялась специализированной дегустационной комиссией рыбоперерабатывающего предприятия в соответствии с ГОСТ 7631-2008. Отбор проб, их подготовка и физико-химические показатели определяли стандартными методами по ГОСТ 7631-2008, ГОСТ 7636-85, ГОСТ 31795-2012, ГОСТ 31795-2012 и др. Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 30518-97.

Результаты. Динамику действия антиоксидантов анализировали путем определения показателей активности воды, активной кислотности, массовой доли азота летучих оснований, белковых веществ, влаги, жира, поваренной соли. Образцы исследовали на 7, 14, 21 сутки хранения и установили, что максимальные изменения происходят при хранении в течение 21 суток. Снижение показателя «активность воды» составила от 2,3 % (контрольный образец) до 1,1 % – в образцах с добавлением дигидрокверцетина и его комплекса с аскорбиновой кислотой. Активность воды отражает устойчивость продукции к порче и влияет на срок ее годности независимо от вида посолочной смеси. Массовая доля белковых веществ в образцах изменяется при хранении незначительно, максимальное снижение обнаружено в контрольных образцах и составило 0,9 % после хранения в течение 21 суток. Микробиологические показатели образцов с дигидрокверцетином имели отрицательную динамику.

Вывод. Применение дигидрокверцетина является перспективным для проведения дальнейших исследований и увеличения потенциала для продления срока годности деликатесной слабосоленой продукции из форели радужной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова И. Ю., Сизова Н. В., Водяник А. Р. О применении сверхкритических углекислотных экстрактов из растительного сырья в качестве антиоксидантных добавок // Рынок БАД. – 2003. – № 4. – С. 20–22.
2. Шокина Ю. В. Практикум по общей технологии и научным основам производства продуктов питания: учеб. пособие. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2020. – 152 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ЭКСТРАКТОМ ШАЛФЕЯ

А.А. Голубев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»
г. Москва, Россия
altgolubec@gmail.com

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения стабильности сливочного масла за счет использования натуральных антиоксидантов. Цель работы – изучить влияние экстракта шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.) на окислительную стабильность сливочного масла при различных температурах (4, 25 и 40 °C) и осуществить математическое моделирование процесса.

Экстракт шалфея вводили в масло, обеспечивая содержание полифенолов 20 мг эквивалента галловой кислоты на 100 г продукта [1, 2]. Контрольные образцы содержали воду вместо экстракта. В течение 35 суток хранения оценивали кислотное, перекисное и анизидиновое числа. Построены кинетические модели псевдопервого порядка и уравнения Аррениуса для расчета энергии активации перекисных и альдегидных реакций [3].

$$\ln PV_t = \ln PV_0 + kt;$$

$$\ln pAV_t = \ln pAV_0 + kt;$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

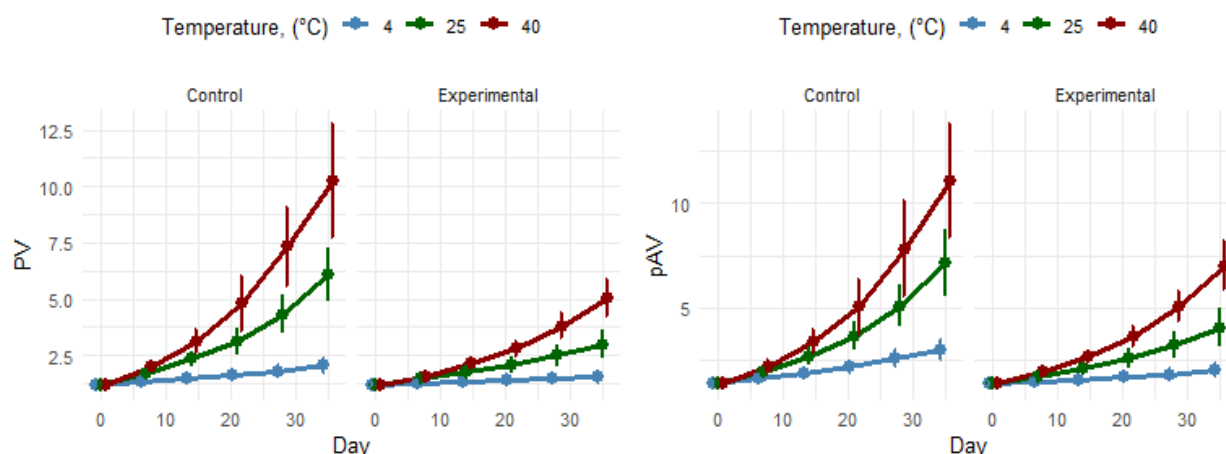


Рисунок 1 – Динамика изменения перекисного и анизидинового числа

Результаты показали, что добавление экстракта шалфея значительно замедляет накопление первичных и вторичных продуктов окисления во всех температурных режимах. Энергия активации перекисного окисления составила 36,2 кДж/моль (контроль – 29,5 кДж/моль), альдегидного – 30,6 кДж/моль (контроль – 20,3 кДж/моль). Прогнозирование по модели ТОТОХ подтвердило, что стабильность масла с экстрактом выше контроля на 62–68 % при 4 °C и на 38–42 % при 25 °C. Таким образом, экстракт шалфея рекомендован в качестве эффективного натурального антиоксиданта для повышения стабильности сливочного масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abid Y. et al. Storage stability of butter enriched with antioxidant extract from tomato processing by-products // Food Chem. – 2017. – Vol. 233. – P. 476–482.
2. Irakli M. et al. Modeling of phenolic compounds extraction from sage residues // Antioxidants. – 2023. – Vol. 12. – P. 549.
3. Basheer V.A., Muthusamy S. Mathematical modeling and kinetic behavior of Indian Umbalachery cow butter // J. Food Process Eng. – 2022. – Vol. 45. – P. e14042.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОАЛЛЕРГЕННЫХ ЗЛАКОВЫХ БАТОНЧИКОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

И.А. Добрина, И.А. Тимошенкова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
dobrina.ia@edu.spbstu.ru*

Аллергические заболевания представляют серьезную проблему современного общества, охватывая как врожденные формы, так и приобретенные (включая аллергии на фоне посттравматического стрессового расстройства – ПТСР) [1]. Ограничения в питании для аллергиков требуют разработки специализированных гипоаллергенных продуктов, что особенно важно для групп повышенного риска, включая военнослужащих. Разрабатываемая технология производства злаковых батончиков будет решать задачи гипоаллергенности следующим образом: подбором безопасного безглютенового сырья, оптимизацией технологических параметров для минимизации аллергенности; созданием замкнутой производственной линии [2].

Цель: разработать технологию и подобрать высокотехнологическую линию по производству гипоаллергенных злаковых батончиков для специализированного питания.

Результаты. Была разработана рецептура гипоаллергенного злакового батончика, включающая безглютеновую основу из рисовых и гречневых хлопьев, экструдированной киноа и воздушного амаранта. Источниками полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) будут являться микрокапсулированное льняное масло, гомогенизированное масло чиа и молотые семена льна и чиа. В качестве связующих компонентов были выбраны сироп топинамбура (пребиотик с низким гликемическим индексом) и пектин.

При подготовке сырья был использован ряд технологических инноваций в термической обработке, такие как экструзия при 120 °С (достижение безопасности при сохранении нутриентов) [1] и вакуумная сушка при 50 °С (сохранение ПНЖК).

Был разработан замкнутый технологический цикл со следующими автоматизированными модулями: подготовка сырья (просеивание, сортировка), экструдер двухшнековый, установка микрокапсулирования, ультразвуковой гомогенизатор [3], вакуумный формовочный агрегат.

Заключение. Разработанная технология промышленного производства гипоаллергенных злаковых батончиков обеспечивает безопасность продукта для лиц с аллергиями, включая редкие ПТСР-ассоциированные формы. Высокая питательная ценность делает батончики оптимальным решением для питания в экстремальных условиях, включая рацион военнослужащих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваншин В.В. Экструзионная обработка растительного сырья: учебное пособие / В.В. Ваншин. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 108 с.
2. Ушакова Ю.В. Новые здоровьесберегающие технологии для персонализированного питания людей, страдающих некоторыми видами пищевой аллергии / Ю.В. Ушакова, Н.В. Ефремкина, Ю.А. Корикова [и др.] // Актуальная биотехнология. – 2017. – № 2(21). – С. 210-212.
3. Стремин, А. А. Использование ультразвука для ускорения экстракции в пищевой промышленности / А. А. Стремин, Б. Н. Федоренко // Вестник науки. – 2023. – Т. 3, № 5(62). – С. 725-730.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПАШТЕТОВ

П.А. Ершова, Е.В. Москвичева, П.И. Гунькова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ershova.pa@edu.spbstu.ru*

В настоящее время в мясной отрасли все больше внимания уделяется созданию продуктов, которые обладают функциональными свойствами, способствующими укреплению здоровья человека. Мясо индеек является ценным источником белка с низким содержанием жира, что делает его идеальным сырьем для диетических продуктов [1]. Перспективным направлением обогащения мясных продуктов является внесение в их состав нетрадиционных компонентов, например, семян тыквы. Они богаты пищевыми волокнами, витаминами группы В, А, Е, С, РР, токоферолами, фосфолипидами, каротиноидами, флавоноидами, полиненасыщенными жирными кислотами, макро- и микроэлементами, что необходимо для полноценного функционирования человеческого организма [2].

Цель работы: разработка технологии паштета из мяса индеек с добавлением тыквенной муки из семян и изучение его функционально-технологических свойств.

Функционально-технологические свойства (ФТС) паштета: влагосвязывающую (ВСС), водоудерживающую (ВУС) и жирудерживающую (ЖУС) способности, а также выход изделия и потери при термообработке определяли унифицированными методами.

Рецептуры образцов паштета включали: мясо индеек, тыквенную муку, лук репчатый, чеснок, бульон, яичный белок, сливочное масло, соль, черный перец. Тыквенную муку вносили на стадии фаршесоставления в сухом виде в количествах 10 (образец №1), 12 (образец №2) и 15 % (образец №3). После соединения всех ингредиентов, паштетная масса подвергалась термической обработке, пастеризации. В процессе термической обработки паштеты теряют часть массы в виде потерь влаги и жира. В связи с этим исследованы ФТС и выход паштетов в процессе приготовления в зависимости от количества добавленной тыквенной муки (таблица 1).

Таблица 1 – ФТС и выход паштета в зависимости от количества тыквенной муки

Образец паштета	ВСС, %		ВУС, %		ЖУС, %		Выход после термообработки, %
	до термообработки	после термообработки	до термообработки	после термообработки	до термообработки	после термообработки	
№1	89,8	93,5	91,4	90,3	45,4	53,7	91,8
№2	90,2	94,1	93,7	91,6	48,9	57,9	95,5
№3	91,7	96,0	94,6	92,5	50,6	60,5	97,6

Использование тыквенной муки в количестве от 12 до 15 % в производстве мясных паштетов улучшает их текстуру и ФТС, обеспечивая нежную однородную консистенцию, предотвращая расслоение и крошение продукта, а также приводит к увеличению выхода готового продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеева А. И. Технология паштета, обогащенного биологически активной добавкой / А. И. Дорофеева, Е. В. Москвичева, А. С. Москвичев // Биотехнологии и безопасность в техносфере: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 97-98.
2. Arunima S. Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future / S. Arunima, K. Vivek // Grain & Oil Science and Technology. – 2024. – Vol. 7. – P. 12-29.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТАХ ДЛЯ ОНКОБОЛЬНЫХ

В.В. Иванов

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ivanov6.vv@edu.spbstu.ru*

Противоопухолевые растительные соединения представляют собой перспективную область в разработке специализированных продуктов питания для онкологических больных. Эти соединения обладают широким спектром фармакологической активности и могут быть использованы для создания продуктов, поддерживающих здоровье пациентов с раком.

Цель работы. Анализ путей использования растительных соединений с противоопухолевой активностью для разработки специализированных продуктов питания.

Результаты. На основании проведенного анализа выявлены ключевые растительные соединения с доказанной противоопухолевой активностью и их практическое применение в онкологии:

- Ресвератрол (виноград, черника, арахис) – ингибирует метастазирование, активирует гены-супрессоры опухолей, локализация которых молочная железа, шейка матки, почки, печень, глаза, мочевой пузырь, пищевод, предстательная железа, головной мозг, лёгкие, кожа, голова и шея, кости, яичники. Используется в обогащенных соках, шоколаде, йогуртах [1].

- Эпигаллокатехин-3-галлат (зеленый чай) – блокирует сигнальные пути роста опухолей, локализованных в легких, мочевом пузыре, голове и шеи, предстательной железе. Добавляется в напитки, десерты, батончики [2].

- Ликопин (томаты, арбуз) – антиоксидант, снижает риск гормонозависимых опухолей (локализация: молочная железа, толстая кишка, легкие, поджелудочная железа, яичники, шейка матки). Используется в термически обработанных продуктах (соусы, пасты).

- Гингеролы (корень имбиря) – подавляют метастазирование рака молочной железы, яичников, желудка. Включаются в имбирные напитки, добавки к кашам [2].

- Кверцетин (яблоки, лук) – ингибирует циклооксигеназы (COX-2), противоопухолевый эффект показан на раке молочной железы, предстательной железы, легкого. Применяется во фруктовых пюре, овощных соках [3].

Заключение. Растительные соединения демонстрируют высокий терапевтический потенциал в онкологии благодаря антиоксидантным, противовоспалительным и апоптотическим механизмам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gambini, J. Properties of Resveratrol: In Vitro and In Vivo Studies about Metabolism, Bioavailability, and Biological Effects in Animal Models and Humans / J. Gambini et al. // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. – 2015. – 13 p.
2. Fang, C. Y. EGCG Inhibits Proliferation, Invasiveness and Tumor Growth by Up-Regulation of Adhesion Molecules, Suppression of Gelatinases Activity, and Induction of Apoptosis in Nasopharyngeal Carcinoma Cells / C. Y. Fang, C. C. Wu // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2015. – V. 16, Nb. 2. – P. 2530–2558.
3. Kang, D. Anticancer Effects of 6-Gingerol through Downregulating Iron Transport and PD-L1 Expression in Non-Small Cell Lung Cancer Cells / D. Kang et al. // *Cells*. – 2023. – Vol. 12. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4409/12/22/2628> (дата обращения: 05.03.2025).

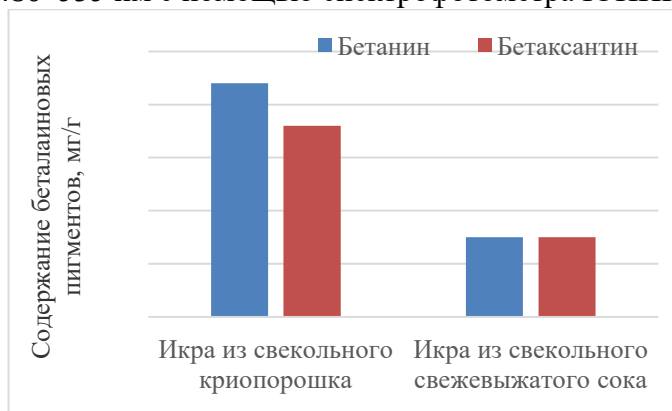
ВЛИЯНИЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕТАЛАИНОВЫХ ПИГМЕНТОВ В СВЕКОЛЬНОЙ ИКРЕ

Л.И. Иноятова, С.А. Елисеева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
gulilatofat@mail.ru

Современные пищевые ингредиенты и приспособления для кулинарной обработки помогают создавать функциональные продукты с оригинальными и привлекательными органолептическими характеристиками. В этом направлении перспективны региональные продукты массового спроса, например, свекла столовая – популярный ингредиент авангардной гастрономии. Корнеплод богат бетаиновыми пигментами – антиоксидантами, снижающими риск многих алиментарных заболеваний. Учитывая нестабильность бетаиновых пигментов под действием высоких температур, кислорода, pH среды, капсулы получали методом микрокапсулирования или прямой сферификации, позволяющим изолировать бетаиновые пигменты от негативного воздействия указанных факторов [1].

Цель работы – сравнение содержания бетаиновых пигментов в разработанных образцах свекольных сфер. В качестве *объектов* изучали сферы, полученные на основе свежавыжатого свекольного сока (образец 1), и образцы с использованием криопорошка свеклы (образец 2) (BORAGO, изготовитель ООО «Вита», Москва, Россия). Определение содержания бетаиновых пигментов в образцах проводили спектрофотометрическим *методом* при длине волны 480–535 нм с помощью спектрофотометра ЮНИКО 1201.



Результаты спектрофотометрического анализа показали, что в образце 2, по сравнению с образцом 1, содержание бетанина выше в 3 раза, бетаксантина – в 2,4 раза (рисунок). Это связано с более высокой концентрацией пигментов в криопорошке из свеклы, полученном с помощью сублимационной сушки, исключающей высокотемпературное воздействие [2].

Рисунок 1 – Содержание бетаиновых пигментов в образцах свекольной икры

Выводы. Разработка свекольной икры методом прямой сферификации на основе сока и криопорошка из свеклы является актуальной и практически значимой задачей в технологии продуктов функционального назначения. Полученные данные позволят провести дальнейшие исследования по расширению ассортимента авангардных продуктов функциональной направленности, что может повысить интерес потребителей к здоровому питанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eliseeva S., Smolentseva A., Ivanova A., Strelkova V. Effect of variety of processing on keeping of betalain pigments of table beetroot // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2021. – Vol. 36. – P. 130.
2. Смоленцева А.А., Елисеева С.А., Котова Н.П. Исследование содержания антиоксидантов в овощах для проектирования функциональных пищевых продуктов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2018. – Т. 7. – № 1 (41). – С. 35–39.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БЕЛЬГИЙСКИХ ВАФЕЛЬ, ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СУХОЙ СМЕСИ

Е.Е. Казарецкая, Е.В. Трухина, М.С. Киреева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
kazaretskaya.ee@edu.spbstu.ru

Повышение уровня стресса способствует регулярному потреблению населением мучных кондитерских изделий (МКИ), где доминирующими макронутриентами являются углеводы и жиры. Среди групп МКИ вафли сдобные наиболее востребованы у различных групп населения в 2024-2025 г. [1]. Альтернатива пшеничной муке – новые виды безглютеновой муки, например, тыквенная мука. Тыква – доступное овощное сырьё с высокими органолептическими показателями и широким перспективным спектром [2].

Цель исследования. Оценка качества вафель, приготовленных из многокомпонентной сухой смеси, по органолептическим и физико-химическим показателям.

Объекты и методы исследования. Объекты исследований – лабораторные образцы вафель, приготовленные из сухой смеси. Применялись стандартные, общепринятые методы анализа качества МКИ. Показатели качества готовых вафель определяли в соответствии с требованиями и методиками ГОСТ 14031. Водопоглотительную способность мучной смеси устанавливали по общепринятой методике измерения количества воды, пошедшей на замес теста заданной консистенции.

Результаты. В качестве базовой использовали рецептуру вафель бельгийских с применением пшеничной муки высшего сорта [3]. В опытном образце пшеничную муку заменили на смесь кукурузной «Garnes» и тыквенной муки в соотношении 1:1,8, яйцепродукты заменили на сухой альбумин. Вафли, приготовленные по базовой рецептуре, содержат 4 г белка, 0,5 г жиров и 79 г углеводов. Энергетическая ценность – 340 ккал/100 г.

Анализ пищевой ценности опытного образца показал, что в нем содержится 22 г белка, 0,4 г жиров и 58 г углеводов. Энергетическая ценность – 320 ккал/100 г. Физико-химические показатели соответствуют требованиям ГОСТ 14031. Водопоглотительная способность смеси (опытный образец) – 1,85 мл/г. Показатели качества готовых вафель: массовая доля влаги составила 13,2 %; щёлочность образца – 1,7 град; массовая доля золы, не растворимой в HCl – 0,067 %. Использование тыквенной муки при производстве смеси не оказало влияния на влажность анализируемых образцов. Тыквенная мука в опытных образцах придавала им привлекательный оранжевый оттенок и выраженный тыквенный вкус.

Выводы. Использование тыквенной муки в составе смеси способствовало снижению энергетической ценности вафель на 6 %, относительно базовой рецептуры. Использование сухого альбумина позволило повысить содержание белка с 4 г до 22 г. Разрабатываемый продукт можно назвать продуктом с высоким содержанием белка (22 г на 100 г смеси) и с низким содержанием жира (0,4 г на 100 г смеси), согласно расчётам по ТР ТС 022/2011.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А. Российский продовольственный рынок. Обзор российского рынка кондитерских изделий, 2024. № 1. URL: <https://foodmarket.spb.ru/archive/2024/222980/222984/> (дата обращения: 18.03.2025)
2. Мачулкина В.А. Влияние типа почвы и условий хранения на качество плодов тыквы / В.А. Мачулкина, Т.А. Санникова, Л.В. Павлов // Овощи России. – 2014. – № 4. – С. 64–67.
3. Cauerlier P.E. La pâtisserie et les confitures/ Maison d'Éditions et d'Impressions, Ad. HOSTE. rue du Calvaire, 21-23. – 1874. – 270 p.

ОЦЕНКА ПРОДУКТА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ КАК АНАЛОГА ТРАДИЦИОННОЙ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

И.А. Карманов, В.В. Быченкова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
karma-cook@yandex.ru*

Актуальность. Нерациональное питание в условиях нынешнего изобилия и темпа жизни может представлять существенную проблему. В соответствии с этим одной из задач индустрии здорового питания является производство продукции, приближенной по характеристикам (текстура, вкус, аромат и др.) к привычной в повседневном потреблении [1]. В последние 10 лет развивается направление изготовления снековой продукции с использованием альтернативного сырья и технологий производства [2], в том числе обогащённой белком.

Цель работы – провести анализ сенсорных характеристик продукта с высоким содержанием белка как аналога традиционной продукции (чипсы картофельные).

Объект исследования – продукт пищевой готовый из коллагенсодержащего сырья: чипсы «Wow Protein Chips» со вкусо-ароматической добавкой «Прованские травы», торговой марки «ВкусВилл», изготовленной ООО «ГЕОН» по СТО 25172902-004-2020.

Методы исследования. Органолептический анализ проводился группой неподготовленных испытуемых (32 человека), состоящей из основных потребителей снековой продукции (19-26 лет, 12 мужчин и 20 женщин). При проведении анализа руководствовались ГОСТ 9959-2015, обработку результатов осуществляли согласно ГОСТ ISO 13299-2015. Органолептический анализ осуществляли по следующим показателям: внешний вид и состояние поверхности, цвет поверхности, запах (аромат), вкус и текстура. Средние оценки дегустаторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рейтинговая оценка органолептических показателей

Респонденты	Показатель					Средняя оценка
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Текстура	
Мужчины	4,00	4,17	4,42	3,67	3,75	4,00
Женщины	3,95	4,1	3,55	3,05	4,45	3,82
Средний балл	3,97	4,13	3,88	3,28	4,19	3,89

Обсуждение результатов. Половиной респондентов были положительно оценены органолептические качества исследуемого продукта (53,1 % дегустаторов). Отличительным недостатком образца является вкус: 59,4 % испытуемых посчитали его недостаточно насыщенным. Была отмечена неравномерность покрытия изделий вкусо-ароматической смесью. Интересно отметить, что согласно проведённому однофакторному дисперсионному анализу ANOVA средние оценки респондентов не имеют значимых статистических различий по половому признаку ($p = 0,13 > 0,05$).

Вывод. Таким образом, технологический аспект производства снековой продукции из коллагенсодержащего сырья для здорового питания требует совершенствования органолептических показателей для соответствия потребительским предпочтениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молчанова Е. Н., Шипарева М. Г., Аитов В. Г. Методы органолептического анализа для оценки новых продуктов // Пищевая промышленность. – 2013. – №10. – С.60-62.
2. Кристен Ж. Потенциал ягоды на рынке здоровых снеков // Пищевая промышленность. – 2011. – № 10. – С.58-59.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУРАХ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ВЫСУШИВАНИЯ

Е.А. Каштан¹, В.Е. Вертебный², Т.А. Гурова^{1,2}

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

liza.kashtan03@gmail.com

Аскорбиновая кислота (витамин С) – главный водорастворимый антиоксидант, который участвует в транспорте электронов в окислительно-восстановительных процессах, является восстановителем и легко переходит в дегидроаскорбиновую кислоту. Известно, что все хлорофилл содержащие растения и прорастающие семена могут синтезировать аскорбиновую кислоту [1].

Цель исследования. Изучение изменения содержания витамина С в зеленных культурах при разных режимах высушивания.

Материалы и методы. Для исследования были выбраны такие зеленные культуры как: петрушка, базилик красный и базилик зеленый. Сушка зеленных культур была произведена в сушильных шкафах при трех разных режимах: 60 °С, 100 °С и 140 °С. Для определения содержания витамина С был использован метод титрования.

Результаты. В ходе исследования было выявлено (рисунок 1), что сушка зеленных культур при температуре 60 °С сохранила максимальное количество витамина С в базилике красном (70 %) и петрушке (53 %). В базилике зеленом содержание аскорбиновой кислоты снизилось на 78 % независимо от режима сушки.

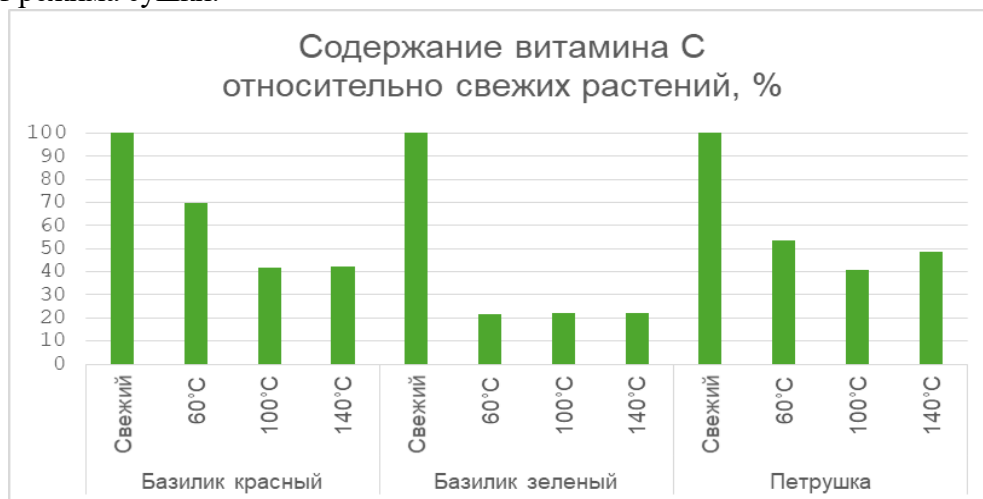


Рисунок 1 – Содержание аскорбиновой кислоты в свежих и высушенных растениях зеленных культур при разных режимах сушки

Вывод. Выбор температурного режима сушки значительно влияет на изменение содержания витамина С в зеленных культурах. Оптимальной температурой для сушки зелени является 60 °С, так как такой режим позволяет сохранить как можно больше витамина С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свириденко В.Г., Хаданович А.В., Лысенкова А.В., Филиппова В.А. Накопление микроэлементов и аскорбиновой кислоты в лекарственных растениях // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 3 (33). – С. 137-142.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВКОЙ СЪЕДОБНЫХ ЛИШАЙНИКОВ

М.С. Киреева, С.А. Елисеева

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
kireeshka_2005@mail.ru*

Актуальность. Питательные, фармакологические и органолептические свойства съедобных лишайников позволяют рассматривать их как перспективное сырьё для разработки не только стандартизованных лекарственных растительных препаратов, но и новых функциональных пищевых продуктов [1]. В составе *Cetraria islandica* (L.) Ach. (Исландский мох) присутствуют полисахариды с гелеобразующими свойствами и соединения с горьким вкусом.

Цель работы – разработка технологической схемы получения гелевого полуфабриката (ГП) из исландского мха для улучшения функционально-технологических и органолептических свойств хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследования. Для обоснования технологии гелевого полуфабриката (ГП) из мха определяли гелеобразующую способность его и показатели качества готовых хлебобулочных изделий с добавкой ГП: контрольный образец «Батон из пшеничной муки высшего сорта» [2, с. 56], образец 1 – батон из цельнозерновой и пшеничной муки высшего сорта с ГП, образец 2 – батон из пшеничной муки высшего сорта с ГП. Массовую долю влаги и сухих веществ определяли по ГОСТ 9404 и ГОСТ 21094; кислотность и пористость мякиша – по ГОСТ 5670 и ГОСТ 5669 соответственно. Отбор проб и органолептическую оценку проводили по ГОСТ 27844.

Результаты исследования. Установили, что горечь исландского мха, обусловленную цетраровой кислотой, можно устранить с помощью предварительного замачивания в растворе 3 % щелочи в соотношении 1:3. Благодаря содержанию полисахарида лишенина (около 80 %), Исландский мох обладает выраженными гелеобразующими свойствами, что позволило получить гелевый полуфабрикат со стабильной консистенцией при холодильном хранении в течение 14 суток, схема получения которого приведена на рисунке 1.

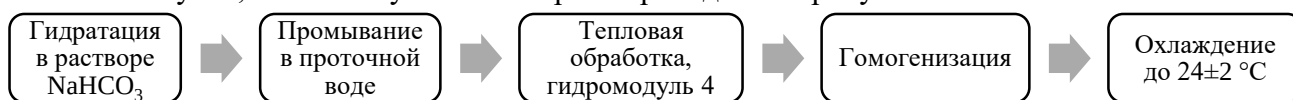


Рисунок 1 – Схема получения геля из сухого Исландского мха

Выводы. По показателям качества лабораторные образцы хлебобулочных изделий с добавкой ГП не уступают контрольному, добавка ГП позволила увеличить массовую долю влаги в рецептуре, что в итоге способствует сохранению свежести готовой продукции в течение более длительного времени по сравнению с контрольным образцом. Перспективным направлением является дальнейшее изучение функциональных свойств лишайниковых добавок для расширения ассортимента обогащённых хлебопродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Edible lichens and its unique bioactives: A review of its pharmacological and food applications / G. Rethinavelu, L. Manoharan, S. Krishnamoorthy [et al.] // Food and Humanity. – 2023. – Vol. 1. – P. 1598-1609.
2. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия / сост. П. С. Ершов. 12-е изд. – СПб.: Профи, 2010. – 207 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ТЕСТА ДЛЯ ПИЦЦЫ

Д.Е. Кириллов, Н.В. Барсукова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: kirillov.de@edu.spbstu.ru

Среди современных тенденций развития индустрии питания наблюдается увеличение доли предприятий, вырабатывающих замороженные полуфабрикаты из теста. Важным технологическим параметром является скорость замораживания тестовых полуфабрикатов, которая определяет продолжительность технологического цикла производства.

Цель данной работы – изучение влияния ингредиентного состава теста для пиццы на скорость его замораживания.

Объекты исследования: полуфабрикаты для пиццы из дрожжевого теста. Контрольный образец произведен по классической рецептуре безопарного дрожжевого теста из пшеничной муки высшего сорта («МАКФА»). В опытном образце пшеничная мука заменена на безглютеновую смесь из муки миндальной («NATURO Premium») и муки рисовой («С.Пудовъ») в соотношении 2:1, также в качестве структурообразователя была использована пищевая добавка – ксантановая камедь (2 % от массы мучной смеси).

Методы исследования. Влажность теста определяли по ГОСТ 5900—2014 [1]. В контрольном образце она составила $43,4 \pm 0,3$ %, в опытном – $46,1 \pm 0,3$ %. Образцы теста раскатывали в пласт толщиной ($0,7 \pm 0,1$) см и подвергали замораживанию в морозильной камере при температуре минус 24°C , до достижения в центре тестовой заготовки температуры минус 18°C . Контроль температуры проводился с помощью многоканального измерителя температуры с графическим дисплеем «Термодат-17М3».

Обсуждение результатов. Температура контрольного образца из пшеничной муки достигла минус 18°C за 80 минут, в то время как опытный образец, приготовленный из смеси миндальной и рисовой муки, достиг этой же температуры за 35 минут. Такая разница во времени замораживания обусловлена наличием в контрольном образце глютена, который удерживает влагу и создает более эластичную и плотную структуру, что замедляет распространение низкой температуры. А безглютеновая смесь хуже удерживает влагу, что приводит к ускорению образованию ледяных кристаллов. Миндальная мука, входящая в состав безглютеновой смеси, имеет более высокое содержание жиров ($53,7$ г/100 г), по сравнению с пшеничной мукой ($0,98$ г/100 г) [2], из-за чего полученные тестовые заготовки обладают более низкой теплоемкостью. Следовательно, уменьшается способность удерживать тепловую энергию в толще теста, что ускоряет процесс охлаждения, в то время как в контрольном варианте содержится большее количество углеводов, которые замедляют отдачу тепла, из-за чего время, необходимое на замораживание, увеличивается.

Вывод. Таким образом, проведенные исследования показали, что состав теста влияет на скорость его замораживания, и наличие глютена в нем замедляет этот процесс. Использование безглютеновой смеси позволяет сократить время, необходимое на заморозку, что является преимуществом в условиях промышленного производства полуфабрикатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
2. Кувандыкова Г.И., Вайскрובה Е.С. Пищевая ценность различных видов муки // Качество продукции, технологий и образования. – Магнитогорск, 2017. – С. 115-121.

СНИЖЕНИЕ СОЛИ ПИЩЕВОЙ В МУЧНЫХ СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ДЛЯ ДЕТЕЙ**В.Д. Колесникова, С.А. Елисеева**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
pimkina.v@list.ru*

Согласно методическим рекомендациям «Снижение соли пищевой в хлебобулочных изделиях», утвержденных В. А. Тутельяном от 03.05.2024 г., при изготовлении хлебобулочной продукции, вырабатываемой по государственным стандартам, рекомендуется ограничить содержание соли пищевой на 15 %. Среднее содержание соли в хлебобулочных изделиях, вырабатываемых по государственным стандартам – от 1 до 1,2 % от массы муки.

В технологии изделий из сдобного дрожжевого теста добавление соли в опару приводит к интенсификации процесса брожения и сокращения продолжительности его. Кроме вкуса соль пищевая (хлорид натрия) влияет на реологию теста, форму и цвет готовых изделий. Добавка соли в количестве 0,5–1,5 % активизирует деятельность хлебопекарных дрожжей и заквасочных культур. При увеличении дозировки соли более 2 % активность микроорганизмов снижается, а при дозировке выше 3 %, как правило, прекращается [1]. Таким образом, представляет интерес возможность применения аналогичных рекомендаций в технологии мучных изделий из сдобного дрожжевого теста для организации питания детей.

Ограничение в пищевом рационе хлорида натрия должно быть обосновано с позиции физиологического действия натрия как основного внутриклеточного электролита, обеспечивающего необходимую буферность крови, регулирующего кровяное давление, водный обмен, активирующего пищеварительные ферменты и т.д. Так, согласно МР 2.3.1.0253-21 физиологическая потребность натрия, поступающего с пищей, для взрослых составляет 1300 мг/сутки, для детей в зависимости от возрастной группы – от 200 до 1300 мг/сутки.

Цель работы – на примере пробной выпечки изучить возможность снижения соли при изготовлении мучных изделий из сдобного дрожжевого теста для детского питания.

В качестве *объектов исследования* использовали дрожжевое сдобное тесто, тестовые заготовки из него и выпеченные изделия по рецептуре № 476 [С. 676, 2]. Содержание соли пищевой снизили на 50 % от рекомендуемой закладки, что составило 0,7 % от массы муки. Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 31986-2012.

В результате пробной выпечки установили, что снижение закладки соли пищевой на 50 % от рецептурного значения положительно влияет на процесс брожения и органолептические показатели качества готовых мучных изделий из сдобного дрожжевого теста: форму, объем и цвет поверхности. На вкус готовых изделий снижение соли не оказало выраженного влияния. Масса готовых изделий соответствовала выходу контрольной рецептуры [2].

Выводы. Снижение соли пищевой на 50 % в рецептурах мучных изделий из сдобного дрожжевого теста не оказывает отрицательного воздействия на процесс брожения теста, устойчивости заготовок и готовые изделия. Органолептические показатели соответствуют требованиям ГОСТ 31986-2012.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние составных компонентов рецептуры на качество дрожжевого теста / А. Т. Васюкова, Т. С. Жилина, О. А. Хлебникова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 5. – С. 101-114.
2. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для обеспечения питанием воспитанников и обучающихся государственных образовательных организаций Санкт-Петербурга Электрон. текстовые дан. (21,1 Мб). – СПб.: Издательский центр «Интермедия», 2024.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЫКВЫ В РЕЦЕПТУРЕ ПАСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

М.П. Кудрова, Е.В. Трухина

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
kudrova.mp@edu.spbstu.ru

Актуальность. Пастилу, всем известное сахаристое кондитерское изделие, традиционно вырабатывают с использованием яблочного пюре. Учитывая современные тенденции питания, целесообразным является изготовление кондитерских изделий с применением сырья богатого полезными веществами. Так тыква, обладающая естественной сладостью и мягкой текстурой, может использоваться при разработке овощной пастилы. Тыквенное пюре хорошо смешивается с другими ингредиентами, создавая гармонию общего вкуса. Кроме того, плоды тыквы – богатый источник ценных нутриентов, в частности каротиноидов, общее количество которых в мякоти колеблется в довольно широких пределах - от 1 до 20 мг/100г и более [1]. Поэтому при создании пюре актуальным является подбор таких технологических режимов, которые обеспечат максимальное сохранение каротиноидов. Овощное пюре получают путём термической обработки тыквы с последующим измельчением её мякоти.

Целью работы является подбор способа термической обработки тыквы, который обеспечит максимальное сохранение каротиноидов. Для решения поставленной цели были рассмотрены способы приготовления: запекание, приготовление в режиме «конвекция-пар» и су-вид, и подобраны режимы. Определение содержания каротиноидов проводили спектрофотометрическим методом.

Результаты. Запекание, довольно распространенный способ приготовления пищевых продуктов, проводили при температуре 200 °С в течение 30 минут. Результаты исследования показали, что содержание β-каротина в запеченной тыкве увеличивается до 2,621 мг/100 г по сравнению с 2,201 мг/100 г в свежей тыкве. Это связано с испарением части воды и концентрированием сухих веществ. Запекание позволяет получить более плотное пюре с меньшей влажностью.

Приготовление тыквы в режиме «конвекция-пар» в конвектомате осуществлялось при температуре 90 °С в течение 40 минут. Содержание β-каротина в готовом продукте достигает 4,080 мг/100 г, что значительно превышает его количество в свежей тыкве. Метод сочетает в себе преимущества обработки паром и конвекции, обеспечивая равномерное прогревание продукта без значительных потерь влаги и полезных веществ.

Ещё одним эффективным методом является приготовление тыквы су-вид. При температуре 90°С и времени обработки 40 минут содержание β-каротина составляет 3,185 мг/100 г. Этот метод предполагает приготовление в вакуумной упаковке, что исключает контакт с кислородом и водой, предотвращая окисление и потери полезных веществ. Увеличение содержания каротиноидов при термической обработке тыквы объясняется происходящим при этом разрушением белково-каротиноидных комплексов и высвобождением каротиноидов.

Вывод. Выбор способа термической обработки для приготовления тыквы существенно влияет на сохранность β-каротина и других полезных веществ в готовом продукте, поэтому наиболее предпочтительным методом является приготовление тыквы в режиме «конвекция-пар», который обеспечивает максимальное сохранение каротиноидов и их биодоступность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Завьялова, Т.И. Биологическая ценность тыквы и продуктов ее переработки / Т.И. Завьялова, И.Г. Костко // Агрономия и биология. – 2015. – № 39. – С. 45-49.

ВЛИЯНИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.С. Кучер, Т.М. Денисик

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

г. Гродно, Республика Беларусь

kucher_as@grsu.by, Denisik_TM_21@student.grsu.by

Обогащенные растительными компонентами хлебобулочные изделия являются хорошими источниками питательных веществ и биоактивных соединений. В исследовании изучалось влияние фитокомпозиции на основе плодов кизила и вторичных ресурсов переработки тыквы и яблока на качество пшеничного хлеба. Выжимки тыквы, яблок и кизила высушивали до влажности 10-15 %, а затем измельчали до фракций 160-0 мкм. Для получения фитокомпозиции полученные порошки смешивали в нужном весовом соотношении. Фитокомпозиция для обогащения хлебобулочных изделий содержит кизил, яблоко и тыкву в соотношении по массе 1:9:12.

Разработанную фитокомпозицию добавляли в дрожжевое тесто в количестве 0 % (контроль), 5 %, 10 %, 15 % и 20 % от массы муки, и полученные полуфабрикаты использовали для выпечки пшеничного хлеба, который затем анализировали по органолептическими физико-химическим показателям качества [1].

Экспериментальные образцы теста, по сравнению с контрольным образцом, проявляют более высокую водопоглотительную способность, что объясняется значительным содержанием в фитокомпозиции пищевых волокон с высокой водоудерживающей способностью. Данный эффект способствовал снижению упёка готовых изделий. Максимальный выход обогащенного хлеба оказался у образца, содержащего 10 % добавки от массы муки (упёк составил 6,3 % по сравнению с контрольным образцом – 8,6 %). Лучшие результаты по влиянию фитокомпозиции, вносимой в рецептуру, на физико-химические показатели качества готового хлеба также оказались у изделий, содержащих 10 % добавки. Пористость мякиша составила 75,3 % по сравнению с контрольным образцом – 69,2 %, удельный объем хлеба – 358,6 см³/100 г (контроль – 255,0 см³/100 г), формоустойчивость подового изделия – 0,41 (контроль – 0,36). Также результаты показали, что лучшими сенсорными характеристиками обладает образец, содержащий 10 % добавки от массы муки пшеничной. При этом с увеличением массы фитокомпозиции окраска корки и мякиша готовых изделий и тестовых заготовок изменялась на более темноокрашенную, что обусловлено присутствием в добавке каротиноидов.

Таким образом, можно сказать, что обогащение пшеничного хлеба фитокомпозицией на основе плодов кизила и вторичных ресурсов переработки тыквы и яблока способствует улучшению качества готовых изделий. При этом пищевая ценность полученной добавки, содержащей значительные количества бета-каротина, витаминов А, В₉ и С, железа, калия, меди и молибдена, позволяет рекомендовать ее в качестве нового способа разработки питательного и полезного хлеба с улучшенными антиоксидантными, противовоспалительными и антимикробными свойствами [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора проб, методы определения органолептических показателей и массы: СТБ 2160-2011. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Гос. комитет по стандартизации РБ, 2011. – 20 с.
2. Золотокопова Ж. Ю. Роль микроэлементов в профилактике заболеваний // Научный альманах. – 2020. – № 4-1 (66). – С. 111-114.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ СЛОЕВ *CETRARIA ISLANDICA*

Т.М. Лунгу

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
tatyamlungu@mail.ru*

Цетрария исландская, или исландский мох (*Cetraria islandica* Ach), — это симбиотический организм, состоящий из грибов и фотосинтезирующих водорослей. Слоевища лишайника содержат от 30 % до 70 % полисахаридов, включая лихенин и изолихенин, а также другие биологически активные соединения, такие как лишайниковые кислоты, количество которых в содержании выделяет её среди других видов лишайников.

Актуальность данной работы заключается в экстракции полисахаридов *Cetraria islandica*, предоставленной производителем «Пряности и радости», с целью дальнейшего изучения.

Цель работы: определить оптимальные условия экстракции полисахаридов из сырья «Исландский мох».

Методы исследования. *Cetraria islandica* экстрагировали в дистиллированной воде. Слоевища измельчали до размеров $3 \pm 0,5$ мм и $7 \pm 0,5$ мм. В колбу объемом 250 мл помещали 10 г сырья, заливали 200 мл воды и нагревали при 100 °С. Отбор проб проводился через 0,5 ч, 1 ч и 2 ч. К экстракту добавляли 40 мл 96 % этилового спирта, перемешивали в шейкере LOIP LS-120 (130 об/мин) и нагревали на водяной бане в течение 30 минут. Содержимое колбы фильтровали через высушенный и взвешенный фильтр, затем осадок сушили до постоянной массы [1].

Результаты и их обсуждение. На основе экспериментальных данных построен график зависимости содержания полисахаридов от времени экстракции (рисунок 1).

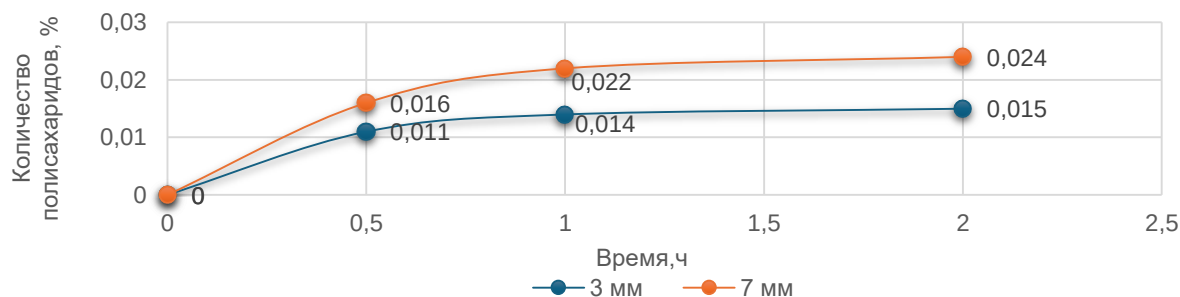


Рисунок 1 – Зависимость выделения полисахаридов из слоевищ цетрарии исландской от времени экстракции

На основании построенного графика зависимости содержания полисахаридов от времени экстракции установлено, что максимальный выход полисахаридов достигается при размере сырья 7 мм и экстракции 2 часа. Увеличение времени до 2 часов значительно повышает их содержание, а измельчение до 3 мм даёт равномерный, но меньший прирост.

Заключение. Оптимальные условия экстракции полисахаридов из исследуемого образца включают использование сырья с размером частиц 7 мм, температуры 100°С и времени экстракции 2 часа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жезняковская Л. Ф., Николаева А. С. Изучение извлечений полисахаридов из слоевищ цетрарии исландской // Инновационные технологии в фармации. – Иркутск, 2021. – Вып. 8. – С. 206–209.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БИОСИНТЕЗА ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ МОЛОЧНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ

П.В. Микшина, М.В. Харина, Е.В. Никитина

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»,
г. Казань, Россия
p.mikshina@gmail.com

Огромное разнообразие природных полисахаридов синтезируется живыми организмами и широко используется в различных областях и технологиях. Основными крупномасштабными производителями природных полисахаридов являются растения. В то же время, разнообразные полисахариды могут быть успешно произведены с использованием микроорганизмов, характеризующихся высокой скоростью роста и позволяющих быстро и контролируемо нарабатывать различные структурные типы полисахаридов в зависимости от типа штамма микроорганизма и условий культивирования.

К ключевым биобезопасным штаммам-продуцентам разнообразных экзополисахаридов (ЭПС), высвобождаемых в среду культивирования, относятся молочнокислые бактерии (МКБ), в частности, распространенные в пищевой промышленности лактобациллы. Однако, несмотря на структурное разнообразие и уникальную специфику физико-химических и биологических свойств, выход продуцируемых лактобациллами ЭПС зачастую крайне низок (в пределах 2-3 г/л за редкими исключениями). Для обеспечения повышенного выхода ЭПС крайне востребованным становится поиск новых штаммов-продуцентов и оптимизация условий культивирования. Одним из регулирующих факторов в данном случае может быть разнообразие источников углерода и/или включение дополнительных компонентов в среду. Такие компоненты могут действовать либо как альтернативный источник углерода, либо как фактор, который косвенно влияет на метаболизм и активность МКБ, например, изменяя реологические свойства среды или продукта, или «напоминая» микроорганизму о благоприятной природной среде его обитания. Последняя стратегия и была выбрана нами при работе с классическим штаммом МКБ – *L. bulgaricus*, широко используемым в молочной промышленности, и двумя штаммами (*L. fermentum* AG8 и *L. plantarum* AG9), недавно изолированными из клеверного силоса. В качестве модулятора продукции ЭПС этими штаммами нами была использована легко продуцируемая природная субстанция на основе растительных полисахаридов – арабиноксилана и рамногалактуронана I, продуцируемая семенами льна при набухании в воде. В результате, мы установили, что внесение в среду культивирования даже низких концентраций добавки, не приводящих к изменениям реологических свойств среды, значительно (в 3,1-3,8 раза) увеличивает продукцию ЭПС всеми штаммами, а также изменяет состав и макроструктуру ЭПС и влияет на пространственную организацию клеток МКБ. Продуцируемые ЭПС характеризуются низкой молекулярной массой (порядка 30 кДа), уникальным редким для микробных полисахаридов составом, пористой макроструктурой и ценными биологическими свойствами, что делает их перспективными для применения в медицине и при производстве аналитических стандартов и функциональных продуктов питания.

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (Соглашение №72/2024-ПД от 16.12.2024).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ В ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЯХ РОДА *NAVICULA*

Т.В. Невская

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
nevskaya.tatyana92@yandex.ru*

Актуальность. Диатомовые водоросли арктических регионов являются альтернативными источниками питательных веществ, которые обладают широким спектром потребительских свойств. Состав водорослей характеризуется высоким содержанием липидов, полифенолов, белков, минеральных веществ и углеводов. Однако, одними из важных для человека групп соединений являются липиды, которые выполняют ряд жизненно важных функций [1]. В работе приведены результаты извлечения общих липидов из диатомовых водорослей рода *Navicula* для дальнейшего изучения липидного профиля.

Цель работы: исследование диатомовых водорослей рода *Navicula*, отобранных из-под льда Зубовской губы вблизи Баренцева моря, на содержание липидов методом Фолча.

Методы исследования. Для определения общего содержания липидов в составе клеток водорослей использовали метод Фолча. Липиды экстрагировали из исследуемого объекта смесью Фолча, по методике [2]. Эксперимент проводили на 1, 7 и 28 день культивирования водорослей. Количественное определение липидов проводили весовым методом.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения эксперимента сохранялась тенденция роста содержания общих липидов (рисунок 1).

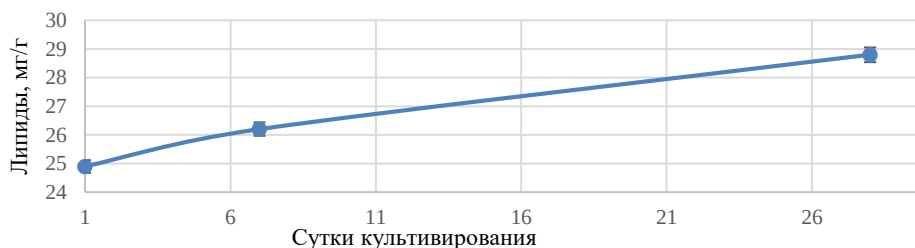


Рисунок 1 – Зависимость концентрации липидов от продолжительности культивирования

В первый день исследования количество липидов составило $24,91 \pm 0,75$ мг/г. Эксперимент повторили через 7 дней и достигли результата $26,23 \pm 0,79$ мг/г. Прирост составил 4,96 %. Данный результат указывает на значительные возможности для дальнейшего роста общих липидов, так как в этот период происходит активная адаптация клеток к новой среде. Данные на 28 день составили $28,82 \pm 0,86$ мг/г, что соответствует 15,66 % прироста водорослей за весь период исследования. Анализ полученных результатов говорит о целесообразности использования водорослей литоральной части Баренцева моря и изучения липидного профиля.

Заключение. Диатомовые водоросли рода *Navicula* являются перспективными для дальнейшего изучения и могут быть использованы для обогащения кормовых добавок аквакультур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гогорев Р.М. Новые находки водорослей / Р.М. Гогорев, С.Н. Шадрина, Т.В. Сафронова // Новости систематики низших растений. – 2022. – №52 (2). – С. 355-358.
2. Величко Н.А. Пищевая химия: учебное пособие / Н.А. Величко, Е.В. Шанина. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2010. – 204 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЛОДОВ *ZIZIPHUS JUJUBA* MILL.

С.В. Несмелова, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
nesmelova.sv@edu.spbstu.ru

Актуальность. Свежие плоды зизифуса *Ziziphus jujuba* Mill. отличаются высоким содержанием витамина С и фенольных соединений, что обуславливает перспективы создания широкого ассортимента функциональной продукции с улучшенным антиоксидантным статусом. Однако сроки хранения свежих плодов весьма ограничены (1-3 месяца). Одним из наиболее распространенных методов переработки плодовых культур является сушка, способы и режимы которой оказывают влияние на сохранность биоактивных веществ, органолептические качества и пищевую ценность плодов [1, 2]. Подбор технологических параметров сушки индивидуален для каждого вида плодово-ягодного сырья.

Цель работы – изучить динамику процесса конвективной сушки плодов зизифуса.

Объекты исследования – зрелые плоды зизифуса настоящего (*Ziziphus jujuba* Mill.) урожая 2024 года.

Конвективную сушку свежих плодов зизифуса осуществляли в дегидраторе Dream vitamin DDV-06, Китай. Содержание влаги определяли на анализаторе влажности OHAUS MB23, США. Для обеспечения щадящего воздействия на биоактивные вещества плодов зизифуса рабочая температура сушки составляла 45 ± 1 °С. Часть плодов массой 4-5 г делили на половинки, удаляя косточку (образец 1), другую часть сушили с косточкой целиком (образец 3). Крупные плоды массой около 15 г после удаления косточки дополнительно нарезали на ломтики толщиной 2-3 мм (образец 2). Подготовленные плоды укладывали в один слой на перфорированные вкладыши, равномерно распределяя по уровням аппарата.

Результаты исследования. Установлено, что динамика потери влаги в целых и нарезанных плодах зизифуса отличается. Продолжительность сушки целых плодов составила 48 ч до остаточной влажности 18,7 % (образец 3), в то время как у образцов 1 и 2 остаточная влажность была 8,6 % уже через 12 ч сушки. Нарезанные плоды имеют большую площадь поверхности и меньшую толщину слоя, что способствует более равномерному проникновению и распределению тепла и, как следствие, более интенсивному испарению влаги. В целых плодах потеря влаги происходит очень медленно, особенно на начальных этапах, из-за изоляции, создаваемой кожицей. Кроме того, испарению влаги в целых плодах препятствует более существенный температурный градиент, в результате чего процесс сушки идет неравномерно.

Выводы. Изучение динамики конвективной сушки показало, что целесообразно использовать плоды зизифуса с удаленной косточкой (образцы 1 и 2). Нарезанные плоды обеспечивают более эффективный процесс сушки, что в конечном итоге оказывает влияние на качество продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sapkota, G., Delgado, E., VanLeeuwen, D., Holguin, F. O., Flores, N., & Yao, S. Preservation of phenols, antioxidant activity, and cyclic adenosine monophosphate in jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits with different drying methods // *Plants*, 2023. – Vol. 12(9). – P. 1804.
2. Vivek, K., Subbarao, K. V., Srivastava, B. Effect of thin-layer drying on the quality parameters of persimmon slices // *International Journal of Fruit Science*, 2021. - Vol. 21(1). – P. 587-598.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМАРАНТОВОГО ЧАЯ В ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКА БРОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ *MEDUSOMYCES GISEVI*

Н.А. Озеров, Т.А. Кузнецова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ozerov2.na@edu.spbstu.ru

Культуральная жидкость симбиоза *Medusomyces gisevi* богата антиоксидантными, пробиотическими культурами, содержит биологически активные вещества [1]. При этом благодаря подбору субстрата для выращивания симбиоза, можно улучшить и преумножить полезные свойства культуральной жидкости. Листья амаранта содержат хорошо экстрагируемые водой аминокислоты, полифенолы, витамины, микроэлементы. Однако есть сведения об антибактериальных свойствах амарантового чая [2].

Цель работы – исследование бродильной активности симбиотической микрофлоры *Medusomyces gisevi* на амарантовом чае.

Материалы и методы. Объектами исследования стала культура *Medusomyces gisevi* «Kombucha Vox», выращенная в асептических условиях. Растительное сырье – чай на основе сушеных листьев растений *Amaranthus hypochondricus* (марка GMtea 9, ИП Гиряев С.В.) и *Amaranthus retroflexus* (ООО «Компания ХОРСТ»). Субстраты для ферментации готовились на основе настоев (6 г чая на 1 л кипяченой воды), в которые вносили 100 г/л сахара. В контрольном варианте использовали настой черного чая (ГК «Орими Трэйд»). Количество вносимой симбиотической культуры 60 ± 10 г/л. Брожение проводили в темном месте, при $24 \pm 2^\circ\text{C}$. Анализ проводили каждые трое суток по показателям кислотности (рН-метр рН-150МИ) и анализатора спиртосодержащих напитков Колос-2.

Результаты исследования. Было определено оптимальное время сбраживания субстрата: от 6 до 7 суток. За основу брались органолептические характеристики культуральной жидкости – вкус, привкус и аромат. Активная кислотность (рН) достоверно не превышала контрольный вариант и находилась в пределах от 2,96 до 3,02. Видимая степень сбраживания на седьмые сутки в контроле составляла $7,15 \pm 0,55$ %, в варианте с *A. retroflexus* – $2,4 \pm 0,7$ %, *A. hypochondriacus* – $1,5 \pm 0,0$ %. Полученные образцы культуральной жидкости практически не содержали этанола в отличие от контроля ($0,16 \pm 0,08$ об. %). На основе культуральной жидкости *M. gisevi* при дополнительной пастеризации производились напитки, которые не уступали по органолептическим характеристикам контрольному варианту.

Вывод. Субстраты на основе амарантовых настоев снижают бродильную активность симбиотической микрофлоры *M. gisevi*, что отражено при анализе кислото-, спиртонакопления и видимой степени сбраживания. Учитывая эти особенности, принимая во внимание органолептические характеристики, был сделан вывод, что на основе амарантовых настоев можно получить напитки брожения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горецкая Т.И. Динамика накопления биологически активных веществ в культуральной жидкости *Medusomyces gisevi* / Т.И. Горецкая, Д.В. Пантюхин, Н.Н. Полехина // Sciences of Europe. – 2021. – № 69. – С. 3-6.
2. Высочина, Г.И. Амарант (*Amaranthus* L.): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. – 2013. – №2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/amarant-amaranthus-l-himicheskiy-sostav-i-perspektivy-ispolzovaniya-obzor> (Дата обращения: 18.03.2025).

БАКТЕРИЦИДНЫЙ И ФУНГИЦИДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ХИТОЗАНА

О.В. Павлова, И.М. Колесник, М.М. Трусова

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

г. Гродно, Республика Беларусь

pavlova@grsu.by, i.kolesnik@grsu.by, brui.92@mail.ru

Полифункциональность хитозана обуславливает его широкое применение в различных отраслях, в том числе в пищевой промышленности. Особое внимание привлекают его бактерицидные и фунгицидные свойства, которые играют важную роль в обеспечении безопасности продуктов питания и увеличении их срока хранения. Исследования показывают, что хитозан обладает выраженной антибактериальной активностью против различных патогенных микроорганизмов, включая грамположительные и грамотрицательные бактерии [1].

Определение бактерицидной активности хитозана в отношении *E. coli* осуществлялось методом поверхностного посева на питательную среду Эндо, селективную в отношении БГКП. Установлено, что добавление хитозана растворенного в уксусной кислоте в суспензию клеток позволило вдвое снизить численность жизнеспособных клеток *E. coli* в первые 2-3 минуты после смешивания и полностью подавить их жизнедеятельность через 30 минут экспозиции. Механизм действия хитозана заключается во взаимодействии его положительно заряженных групп с отрицательно заряженными клеточными мембранами бактерий, что приводит к нарушению их целостности и, как следствие, гибели микроорганизмов. В дополнение к бактерицидной активности, хитозан проявляет и фунгицидные свойства, что позволяет эффективно бороться с плесневыми и другими видами грибов [2]. Определение фунгицидной активности хитозана в отношении *Saccharomyces cerevisiae* осуществляли методом поверхностного посева на питательную среду сабуро с хлорамфениколом, селективную в отношении дрожжевых грибов. Установлено, что через 30 минут экспонирования смесей наблюдалась аналогичная картина – в смесях с раствором хитозана также наступила полная гибель клеток. Хитозан ингибирует рост грибов, нарушая их клеточную структуру и метаболические процессы, что делает его полезным инструментом для защиты пищевых продуктов от плесени и гнили, особенно в условиях хранения и транспортировки.

Таким образом, установлено, что хитозан обладает антимикробной активностью к аэробным и факультативно-анаэробным микроорганизмам, а также дрожжевым и мицелиальным грибам, что открывает потенциальные возможности его использования в устранении микробиологических помутнений коллоидных систем напитков, разработке упаковочных материалов, элиминированию микробиального загрязнения и увеличению сроков хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антибактериальные и антиоксидеские свойства хитозана и его производных / Л.А. Иванушко [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – №. 3 (37). – С. 82–85.
2. Луньков, А. П. Антиоксидантные, антибактериальные и фунгицидные свойства пленок на основе хитозана (обзор) / А. П. Луньков, А. В. Ильина, В. П. Варламов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2018. – Т. 54. – №. 5. – С. 444–454.
3. Пищевая биоразлагаемая пленка с использованием хитозана / М. Д. Мукатова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2018. – №. 3. – С. 124–131.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СУБПРОДУКТОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Е.В. Панина, Е.Е. Курчаева

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»
г. Воронеж, Россия
panina-genia@mail.ru*

Разработка технологий по созданию пищевых систем с применением белковых комплексов позволяет создавать продукты питания функциональной направленности, поэтому является актуальным направлением.

Целью исследования является создание белкового комплекса, позволяющего сбалансировать биологическую ценность, в том числе аминокислотный состав готового продукта [1].

Объектами исследования являлись субпродукты крупного рогатого скота (вымя, легкое, сердце). Для получения биомодифицированного комплекса проводили ферментацию измельченных субпродуктов.

Методы получения белкового комплекса заключались в следующем: в эксперименте по получению ферментированных форм субпродуктов применялся бактериальный ферментный препарат протеаза. Для достижения оптимального процесса ферментации были использованы параметры, рекомендованные производителем, и определенные опытным путем. Оптимальная дозировка ферментного препарата составила 0,2 % для вымени крупного рогатого скота (КРС), 0,1 % для легкого КРС и 0,2 % - для сердца КРС. Биомодификация проводилась в соответствии с определенными опытным путем условиями: температура 45 °С, время ферментации составило для сердца и легкого – 2 часа, для вымени – 4 часа. В процессе ферментации было отмечено визуальное изменение консистенции модельной пищевой системы, которая приобрела меньшую структурированность и большую однородность.

Для получения порошкообразных полуфабрикатов из биомодифицированных субпродуктов КРС использовали инфракрасную сушку. Такая сушка позволяет быстрее высушить продукт, то есть инфракрасные лучи воздействуют на молекулярную структуру продукта, сохраняя при этом цвет, аромат и вкус изделий, кроме того, сохраняются биологически активные вещества. Основа инфракрасного излучения заключается в проникновении ИК-лучей на толщину до 13 мм и поглощением влаги, при этом лучи не поглощаются тканями высушиваемого продукта. Температура сушки может варьироваться от 40 до 60 °С, что в свою очередь и позволяет сохранить биологически ценные вещества в продукте. Инфракрасная сушка является экономически выгодной, так как снижается время сушки и энергопотребление. Высушивали полученную фаршевую систему в течение 5 часов, при температуре 40 °С до содержания влаги около 12 %.

В *результате* исследования получили порошкообразные полуфабрикаты, которые в дальнейшем могут использоваться для составления белковых комплексов, обогащающих продукты питания как белком, так и, в зависимости от различных соотношений, составляющих комплекса, способных сбалансировать аминокислотный состав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панина Е.В. Разработка технологических подходов к созданию биомодифицированного композита на основе вторичных ресурсов мясной промышленности / Е.В. Панина, Е.Е. Курчаева, Н.А. Галочкина // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2023. – № 1(20). – С. 60-70. DOI: 10.53914/issn2311-6870_2023_1_60

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПАСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.А. Певзнер, М.С. Киреева, Е.В. Трухина

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
anastacia.pevzner@yandex.ru*

Актуальность. Кондитерские изделия, в том числе пастила и зефир, пользуются популярностью у потребителей. Один из основных пенообразующих компонентов в технологии пастильных изделий – это белок куриного яйца. Однако данный компонент является аллергеном для 2 % населения [1]. Стоит отметить, что смена поколений стимулирует рост потребительского спроса на продукты для вегетарианцев, веганов и людей, соблюдающих религиозные ограничения в рационе питания. Это создает необходимость в поиске альтернативного сырья.

Цель работы – изучить перспективы использования альтернативного сырья, такого как сублимированная аквафаба из нута и пюре айвы, в технологии производства пастильных изделий.

Объекты и методы исследования. Аквафаба из нута (Choco matreshka), айва (Волгоградская мягкоплодная). Содержание сухих веществ определяли по ГОСТ 28561–90, плотность по ГОСТ 5902–80, органолептические показатели качества по ГОСТ 6441–14 [2].

Результаты исследования. Установлено, что при производстве пастилы из альтернативного сырья уменьшаются риски, связанные с использованием яичного белка (денатурация, расслоение массы). Производитель аквафабы рекомендует использовать на 10 г порошка 150 мл воды, $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кроме замены яичного белка на аквафабу, рассматривалась возможность замены традиционного яблочного пюре на пюре из айвы. В 100 г яблока содержится 4,4–7,5 г пектина, а в 100 г айвы содержание данного вещества варьируется от 5,3 до 9,6 г. Эти данные позволяют использовать пюре из айвы в качестве фруктовой основы пастильных изделий. Технология приготовления пюре из айвы представлена на рисунке. Высокая пенообразующая способность аквафабы позволяет использовать ее при изготовлении пастильных изделий, что дает возможность исключить яичный белок из рецептуры.

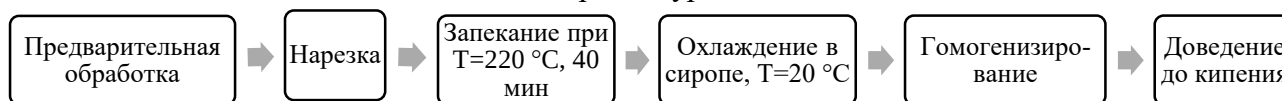


Рисунок 1 – Схема приготовления пюре из айвы

Выводы. Использование альтернативного сырья, такого как аквафаба и пюре айвы, открывает новые перспективы в производстве пастильных изделий. Продукт обладает мягкой консистенцией, пористой структурой, кремовым цветом и легким вкусом айвы. Массовая доля влаги составила 24,5 %, плотность – $0,57\text{ г/см}^3$, что соответствует требованиям ГОСТ 6441–2014 и подтверждает его высокое качество и пригодность для потребителей, включая людей с аллергией на яйца, веганов и постящихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотова М.М., Федорова О.С., Коновалова У.В., Камалтынова Е.М., Нагаева Т.А., Огородова Л.М. Пищевая аллергия к куриному яйцу: обзор современных исследований // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – Т. 17. – № 2. – С. 156-166.
2. ГОСТ 6441-2014. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТА ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ «БЕШБАРМАК»

Е.Р. Плотникова, И.А. Тимошенкова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия

Рынок Казахстана характеризуется дефицитом полуфабрикатов высокой степени готовности (ПфВСГ), особенно замороженных. В ходе предварительного маркетингового анализа среди потенциальных потребителей в различных регионах Казахстана установлен высокий уровень востребованности данного вида продукции, особенно ПфВСГ традиционных блюд в урбанизированных регионах. Для удовлетворения потребностей и разработки технологии производства ПфВСГ бешбармака замороженного было проведено исследование скорости замораживания различных ингредиентов [1].

Цель. Определить скорость замораживания ингредиентов ПфВСГ «Бешбармак».

Методы исследования. Замораживание отдельных ингредиентов ПфВСГ проводили в шкафу шоковой заморозки Abat ШОК-10-1/1 LIGHT при температуре «минус» $36 \pm 1^\circ\text{C}$ и скорости воздуха 4 м/с для достижения температуры в толще «минус» 18°C .

Скорость замораживания ($^\circ\text{C}/\text{с}$) определялась по отношению разности начальной и конечной температуры замерзания ко времени замораживания.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования были приняты доведенные до готовности составные ингредиенты блюда «бешбармак» на 20 порций с выходом по 250 г: 1 – казы отварная (800 г) нарезанная толщиной 2 см, 2 – баранина отварная (1200 г) нарезанная кубиками 7 см, 3 – тестовый полуфабрикат отварной (1600 г) нарезанный шашечками 5 см, 4 – лук отварной (400 г) нарезанный кубиком 3 см, 5 – картофель отварной (600 г) нарезанный дольками, 6 – бульон (500 г) порционированный в силиконовые формы по 25 мл.

Результаты. Динамика изменения температуры отварных компонентов для бешбармака показана на рисунке. В результате оценки скорости замораживания для каждого компонента ПфВСГ было установлено определенное время достижения температуры «минус» 18°C в толще, это обусловлено разной формой и плотностью полуфабрикатов.

Заключение. Определены параметры скорости замораживания полуфабриката. Наибольшая средняя скорость замораживания была отмечена для тестового полуфабриката и овощей и составила $0,16^\circ\text{C}/\text{с}$, наименьшая средняя скорость замораживания $0,09^\circ\text{C}/\text{с}$ была выявлена у бульона, казы и баранины. Также было установлено, что наибольший интерес для дальнейшего исследования вызывают изменения при замораживании тестового полуфабриката.

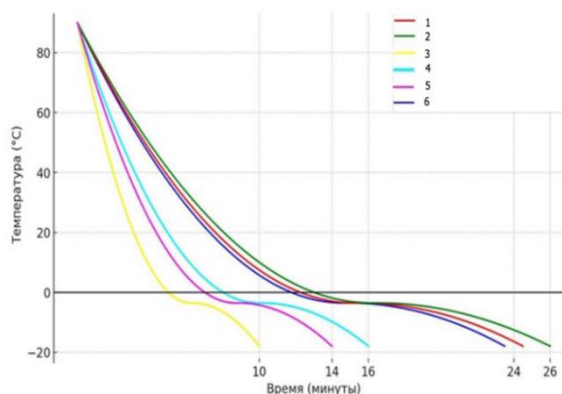


Рисунок 1 – График скорости замораживания компонентов

ЛИТЕРАТУРА

1. Convenience Food – Kazakhstan, 2024. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/food/convenience-food/kazakhstan> / (дата обращения: 26.02.2025).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАПИТОК, ОБОГАЩЕННЫЙ ВИТАМИНОМ С, ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ ЛЕГКОАТЛЕТОВ

М.И. Подлесных, С.А. Елисеева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
podlesnyh.mi@edu.spbstu.ru

Актуальность. Спортсмены легкоатлеты, занимающиеся бегом на средние и длинные дистанции, подвержены окислительному стрессу, избыточной дегидратации организма и дефициту микронутриентов, главным образом, водорастворимого витамина С [1]. Известно, что высокое содержание витамина С характерно для плодов шиповника и может достигать 650 мг% [2]. Перспективным источником витамина С, витаминов группы В, пробиотиков является субстрат *Medusomyces gisevi*, культивируемый в течение 7-10 суток [3].

Изучение российского рынка спортивного питания показало, что субстрат чайного гриба практически не используется в качестве компонента изотонических и функциональных напитков для спортсменов [4]. Учитывая уникальный состав субстрата *Medusomyces gisevi*, богатого витаминами С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, пробиотиками, *целью работы* стало разработка функционального напитка на основе отвара шиповника и субстрата чайного гриба, обогащенного витамином С и регулирующего водный баланс спортсменов.

Исследовали *объекты*: контрольный (субстрат на основе зеленого чая «Greenfield»), образец №1 (с добавлением отвара шиповника 25 % от общего объема напитка), образец №2 (с добавлением отвара шиповника 50 % от общего объема напитка). Определяли содержание витамина С по ГОСТ 24556–89, массовую долю сахарозы и этанола с помощью анализатора «Колос-2» через 4, 7 и 12 дней экспозиции субстратов *Medusomyces gisevi* при 24±2 °С.

В *результате* эксперимента установили, что содержание витамина С в образце №2 составило 4,4 мг%, что при употреблении напитка в количестве 500 мл обеспечивает 30 % рекомендуемой суточной нормы, составляющей 60 мг по МР 2.3.1.0253-21, и позволяет отнести напиток к группе функциональных продуктов. Добавление отвара шиповника к субстрату чайного гриба снизило накопление этанола и сахарозы, что повышает усвояемость напитка.

Выводы. Разработанный функциональный напиток может использоваться в рационе легкоатлетов для восполнения дефицита витамина С и жидкости в различные периоды тренировочной, соревновательной и восстановительной деятельности спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косолапов О.Н., Черницына Н.В., Елизарова С. Н., Корюкин Д. А. Основные принципы питания спортсменов / Курганский государственный университет. – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2004. – 38 с.
2. Ляскина, И.Г. Шиповник как источник витамина С и перспективное сырье в пищевой промышленности / И. Г. Ляскина, О. В. Белашова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Материалы XXIII международной научно-практической конференции, Барнаул, 25–26 октября 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2023. – С. 163–165.
3. Елисеева С.А., Нгуен Т., Иванченко О.Б. Разработка фитонапитка на основе субстрата *Medusomyces gisevi* // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 6(144). DOI 10.60797/IRJ.2024.144.82. EDN ISGPYV.
4. Лазарев В.А., Чуракова А.С. Обзор рынка изотонических продуктов для восстановления водно-солевого баланса // e-FORUM. – 2020. – № 1 (10). – С. 90-98.

БАКТЕРИЦИДНЫЙ И ФУНГИЦИДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ХИТОЗАНА

**К.И. Рашитова¹, И.М. Колесник², О.В. Павлова², О.М. Осмоловская¹,
М.М. Трусова²**

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

² УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

г. Гродно, Республика Беларусь

pavlova@grsu.by, i.kolesnik@grsu.by, brui.92@mail.ru

Положительный заряд хитозана придает данному биополимеру уникальные физиологические и биологические свойства и обуславливает его применение в широком спектре отраслей, таких как фармакология, медицина, экология, сельское хозяйство, пищевая промышленность. Хитозан и его модификации можно использовать как антибактериальное и фунгицидное средство против различных видов грибов и бактерий, что имеет весомое прикладное значение [1]. Выявление этиологии и обоснование профилактики механизмов биологических помутнений напитков, поиск гибких технологических вспомогательных средств, их модификаций и композиций, для стабилизации напитков, направленных на избирательное извлечение избыточного количества мутеобразующих компонентов, является актуальным и перспективным направлением в пищевой промышленности.

Получено три композита хитозана с наночастицами магнетита (Ch_F), гидроксиапатита (Ch_H) и слоистых двойных гидроксидов (Ch_LH), для которых определен бактерицидный и фунгицидный потенциал в отношении тест-культур *E. coli* и *S. cerevisiae* методами поверхностного посева на питательную среду Эндо, селективную в отношении БГКП и питательную среду сабуро с хлорамфениколом, селективную в отношении дрожжевых грибов. Раствор модифицированного хитозана в 0,1 % уксусной кислоте предварительно смешивали с 1-суточной культурой бактерий в соотношениях 0,1:1; 0,25:1; 0,50:1; 0,75:1; 1:1 и с культурой дрожжевых грибов в тех же соотношениях. Установлено, что в составленном ряду смесей с нарастающим количеством раствора хитозана, модифицированного наночастицами, от 0,1:1 до 1:1 частей относительно объема культуры *E. coli*, обнаружен общий эффект усиления бактерицидных свойств хитозана при всех трёх видах модификации в сравнении с контрольной смесью («уксусная кислота + Ch + *E. coli*»). Кроме того, во всех экспериментальных смесях прослеживается тенденция к нарастанию бактерицидного эффекта прямо пропорционально повышению количества вносимых в смесь растворов хитозана ($r=0,83-0,95$, $p<0,05$). У растворов модифицированного наночастицами хитозана выявлен более сильный бактерицидный эффект, чем у раствора «чистого» хитозана. Определение фунгицидной активности модифицированного хитозана показало, что уже при соотношении компонентов 0,5:1 на чашках Петри обнаруживались лишь единичные колонии (смесь с Ch_F), а при соотношении 0,75:1 наблюдался полный фунгицидный эффект (смесь с Ch_H). В ходе 30-минутного экспонирования действие модифицированного хитозана усиливалось. Таким образом, добавление модифицированного наночастицами хитозана обеспечивает бактерицидный и фунгицидный эффект в отношении исследуемых тест-культур, вариант модификации «Ch_H» проявил более выраженный эффект в отношении исследуемых культур микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. In vitro antimicrobial activity of a chitoooligosaccharide mixture against *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Streptococcus mutans*/ Choi, B.-K. [and ect] // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2001. – Vol. 18. – P. 553–557.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В ИНДЕКС ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАЦИОНА ПИТАНИЯ

Л.Н. Рождественская^{1,2}

¹ ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

г. Новосибирск, Россия

lada2006job@mail.ru

Все больше исследований подтверждают значимость качества диеты и сформированных пищевых паттернов в развитии неинфекционных заболеваний (НИЗ). В связи с этим особое значение получает поиск инструментов оценки рационов питания, предоставляемых в системе образования, где на протяжении 15 лет закладываются основы здорового пищевого поведения детей и подростков. Однако оценка сложившихся диетических моделей представляет определенные сложности, несмотря на наличие достаточного количества нормативных санитарных и физиологических нормативов и агрегацию данных в ПС «Мониторинг питания и здоровья».

Исследование направлено на обоснование показателей, характеризующих качество питания в целом, а также входящих макро- и микронутриентов; оптимизацию количества этих показателей; обоснование последующей возможности осуществления на их базе интегральной оценки рациона (ИОКР) с учётом особенностей организации и специфики моделей питания.

Для достижения указанного результата применялись логические (индукция, синтез, аналогия) и аналитические методы (структурирование, причинно-следственный и описательный анализ). Объектами исследования выступали нормативные и технические документы, используемые в международной и отечественной практике для оценки рационов питания, в том числе ИКП и ИЗП, данные мониторинга питания в ОУ по субъектам РФ.

В результате проведенной работы были обоснованы следующие показатели ИОКР: индекс восполнения потребности в минеральных веществах (ИВПМВ), индекс восполнения потребности в витаминах (ИВПВ), индекс качества жиров (ИКЖ), индекс качества белков (ИКБ), индекс качества углеводов (ИКУ), индекс сбалансированности нутриентов (ИСб), индекс содержания здоровых сырьевых ингредиентов (ИЗИ/ БОФОС), индекс поедаемости рациона (ИП), индекс содержания соли (ИС), индекс содержания добавленных сахаров (ИСа), индекс содержания транс-жиров/насыщенных жиров (ИТЖ/ИНЖ), индекс разнообразия рациона (ИР). В состав интегрального показателя также включены коэффициенты, учитывающие важность компоненты общего индекса качества. В дальнейшем ИОКР планируется использовать как для оценки, так и при проектировании рационов для целевых групп питающихся в ходе обоснования наиболее эффективных вариантов сочетаний различных продуктовых решений, а также при разработке новых видов продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morze J., Danielewicz A., Hoffmann G., Schwingshackl L. Diet Quality as Assessed by the Healthy Eating Index, Alternate Healthy Eating Index, Dietary Approaches to Stop Hypertension Score, and Health Outcomes: A Second Update of a Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2020. – 120(12) – P.1998-2031.e15.
2. Рождественская, Л. Н. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья / Л. Н. Рождественская, С. П. Романенко, О. В. Чугунова // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 2. – С. 63-72.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ *MEDUSOMYCES GISEVI* В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРОЖЖЕВОГО СДОБНОГО ТЕСТА

Н.Н. Рябий, С.А. Елисеева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ryabij.nn@edu.spbstu.ru

Актуальность. Культуральная жидкость *Medusomyces gisevi* становится всё более популярной в пищевой биотехнологии, в том числе, в производстве продуктов функциональной направленности [1]. Использование культуральной жидкости (субстрата) в технологии хлебопечения способствует сокращению процесса тестоведения, повышению пищевой ценности и улучшению вкусовых качеств, продлению сроков годности хлебобулочных изделий за счет доминирующей микрофлоры и продуктов метаболизма [2].

Цель данной работы – изучение влияния замены жидкой фазы дрожжевого теста на субстрат с разным процентным соотношением на формирование и динамику брожения сдобного опарного теста, расстойки тестовых заготовок, показатели качества мучных изделий.

Объектами исследования являлись: образцы субстрата *Medusomyces gisevi* с периодом культивирования 7–10 суток [3], образцы готовых мучных изделий из дрожжевого сдобного теста с заменой жидкой фазы на субстрат в количестве 50 и 100 % от массы воды. Контрольные образцы изделий вырабатывали по рецептуре № 106 Сдоба «Обыкновенная» сборника рецептов мучных кондитерских и булочных изделий 2007 года.

Методы исследования. Пробную лабораторную выпечку проводили по ГОСТ 27669-88. Органолептическую оценку внешнего вида, текстуры, вкуса и аромата образцов выпеченных мучных изделий проводили согласно ГОСТ 31986-2012.

Результаты исследования. Добавление культуральной жидкости чайного гриба ускоряет в среднем в 1,5-2 раза процесс брожения опарного сдобного теста за счет активации дрожжевой микрофлоры питательными веществами субстрата, улучшаются органолептические характеристики мучных изделий за счет образования вкусо-ароматических соединений из продуктов метаболизма молочнокислых и уксуснокислых бактерий субстрата [3], повышается эластичность мякиша, сохраняется свежесть изделий при хранении до 5 суток.

Заключение. Использование культуральной жидкости чайного гриба в технологии мучных изделий из дрожжевого сдобного теста является перспективным направлением для дальнейшего изучения. Замена жидкой фазы теста на субстрат способствует улучшению органолептических характеристик, повышению пищевой ценности, прогнозируется увеличение срока годности мучных сдобных изделий за счет ингибирующего действия микрофлоры культуральной жидкости на рост плесневых грибов и дрожжей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенова О.Я. Современная пищевая биотехнология: основные проблемы и вызовы // Вестник Международной академии холода. – 2023. – № 1. – С. 35-46. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-1-35-46.
2. Головинская О.В. Технология пшеничного хлеба с применением культуральной жидкости гриба *Medusomyces gisevi*: 05.18.07 "Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Головинская Оксана Владимировна. Санкт-Петербург, 2013. – 128 с.
3. Елисеева С.А., Нгуен Т., Иванченко О.Б. Разработка фитонапитка на основе субстрата *Medusomyces gisevi* // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 6(144). DOI: 10.60797/IRJ.2024.144.82

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОКОСОВОЙ ДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКА БРОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОГО ГРИБА *ZOOGLOEA*

Д.Р. Себелева, Т.А. Кузнецова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
sebeleva.dr@spbstu.ru

В настоящее время существует необходимость в новых продуктах диетического питания для людей с непереносимостью компонентов молока, аллергическими реакциями. Симбиотическая микрофлора молочного гриба включает пробиотические микроорганизмы, существует потребность в создании новых продуктов с использованием микрофлоры *Zoogloea* [1].

Цель данного исследования – описание влияния различных долей кокосовой добавки в субстрат на микрофлору молочного гриба *Zoogloea* и выявление наиболее подходящего сочетания субстратов для разработки напитков брожения.

Объекты и методы. Для исследования использовали закваску «Молочный гриб» (ООО «ПЛАНЕТА»), в качестве субстратов использовали пастеризованное молоко (2,5 % жирности) с различными долями кокосовой добавки: 30, 50, 70 %. Контролем был образец на молоке (2,5 % жирности). Вторым контролем был вариант без молока, на кокосовом субстрате. В качестве кокосовой добавки использовали напиток отечественных производителей на растительной основе – «Planto Barista coconut» (АО «Эйч энд Эн»). Зерна молочного гриба хранили при температуре минус 18 ± 2 °С, активировали в пастеризованном молоке, пересаживая зерна каждые сутки в течение недели. Общую кислотность определяли методом титрования (ГОСТ Р 54669-2011). Газообразование при ферментации оценивали по подъему сгустка при нагревании [2].

Результаты исследования и обсуждение. Ферментацию проводили при 22 ± 2 °С каждые 2 часа в течение 21 часа. За это время кислотность в контроле достигала $65,0 \pm 1,0$ °Т, в варианте 30 % кокосовой добавки – $69,5 \pm 0,1$ °Т, в варианте 50% – $74,5 \pm 0,4$ °Т, в варианте 70% – $86,5 \pm 0,4$ °Т, в контроле на кокосовом субстрате – $70,5 \pm 0,0$ °Т. В контроле на молоке отмечено незначительное газообразование (подъем сгустка – $3,0 \pm 0,1$ мм). Газообразующая способность прямо пропорциональна доле кокосовой добавки и достигает максимальных значений ($2,8 \pm 0,1$ мм) в варианте на кокосовом субстрате без молока. Внесенная растительная добавка способствует развитию молочных дрожжей, метаболитом которых является углекислота. Микроскопическая картина свидетельствует, что кокосовая добавка способствует развитию не только дрожжей, но и бактериальных культур (кокков).

Таким образом, микрофлора кефирного гриба *Zoogloea* развивается на кокосовом субстрате и на субстратах с разной долей кокосовой добавки. 30, 50, 70 % кокосового компонента в субстратах стимулируют бродильную активность симбиотической культуры, что подтверждает исследование кислотонакопления и газообразующей способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Prado, M.R. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products / Prado M.R., Blandón L.M., Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Castro GR, Thomaz-Soccol V and Soccol CR // Front. Microbiol, 2015. – V. 6. – URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177> (дата обращения: 02.03.2025)
2. Кудрявцева Т.А. Совершенствование технологии бактериальных заквасок и ферментных препаратов. Методические указания / Т.А. Кудрявцева, Т.Н. Евстигнеева, Л.А. Надточий. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 41 с.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ ОБОЙНОЙ МУКИ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МИКРОНУТРИЕНТОВ

А.О. Седавкина, В.В. Быченкова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
sedavkina01@gmail.com

На сегодняшний день сердечно-сосудистые заболевания, в том числе, гипертония и атеросклероз, являются прогрессирующими и наиболее встречающимися [1]. Причиной их развития может быть не только образ жизни, но и недостаток макро- и микронутриентов. Поэтому актуальным является разработка функционального продукта, который мог бы восполнить недостаток этих веществ. Хлебобулочные изделия включаются в рацион на ежедневной основе, поэтому они могут послужить хорошей базой для создания продукта функциональной значимости. В качестве альтернативного сырья использовали сушёную кинзу, сушёные белые грибы, жмых кедрового ореха, тыквенный жмых – богатые источники калия, магния, витаминов группы В и пищевых волокон, которые способствуют правильной работе сердца и поддерживают в пределах нормы артериальное давление [2].

Цель работы – изучение особенностей питания при сердечно-сосудистых заболеваниях и разработка функционального продукта с применением альтернативного сырья.

Объекты и методы исследования. В ходе работы анализировали контрольный образец – пшеничный обойный хлеб и экспериментальные образцы с применением дополнительного альтернативного сырья: первый образец – с сушёной кинзой, сушёными белыми грибами, кедровым жмыхом в пропорциях 1/10/10 %, второй образец – с сушёной кинзой, сушёными белыми грибами и тыквенным жмыхом в количестве 1/10/10 %, соответственно, от массы муки. Для оценки пищевой ценности разработанных изделий из пшеничной обойной муки использовали эмпирический метод, заключающийся в сравнительном анализе научных источников и количественный метод – для определения пищевой ценности готовых изделий и анализа полученных результатов.

Результаты исследования. Пищевая ценность разработанных изделий повысилась: содержание магния по сравнению с контролем (35,6 мг) возросло до 73,1 мг в первом образце и до 98,1 мг во втором. Количество пищевых волокон увеличилось до 10,5 г по сравнению с контролем (9,1 г), а витамина В1 – до 0,33 мг в обоих образцах [3].

Выводы. При анализе полученных данных определили, что в разработанных мучных изделиях содержание пищевых волокон, витамина В1 и магния на 100 г продукта составило больше 15 % от рекомендуемой суточной нормы. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанный продукт для питания людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрофанова, Н.Н. Влияние микроорганизмов желудочно-кишечного тракта на сердечно-сосудистую систему / Н. Н. Митрофанова, А. В. Платонова, Д. С. Ефремова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2024. – № 1 (45). – С. 13-16.
2. Дефицит калия и магния, их роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний и возможность коррекции / Г.А. Барышникова, С.А. Чорбинская, И.И. Степанова, О.Е. Блохина // Consilium Medicum. – 2019. – Т. 21, № 1. – С. 67-73.
3. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с.

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПРОДУКТА ЭНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ С ПРОБИОТИКОМ В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ТЯЖЕЛЫХ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ПАЦИЕНТОВ

С.В. Капралов¹, И.В. Симакова^{1,4}, Р.И. Идрисов^{1,2}, В.Н. Стрижевская¹, С.И. Кривошеев¹,
М.А. Симакова^{1,4}, А.Б. Бучарская¹, М.С. Марадудин¹, А.В. Воронин¹, Е.П. Русанова³,
А.С. Федонников¹, Z.B. Xu⁴, X.Q. Hang⁴, А.Р. Киселев⁵

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им.
В.И. Разумовского», г. Саратов, Россия

² ГАУЗ «Энгельсская городская клиническая больница № 1», г. Энгельс, Россия

³ ГК СОЮЗНАБ ООО «Зеленые линии», г. Красногорск, Московская область, Россия

⁴ Jiangsu JITRI Future Food Technology Research Institute, г. Исин, Китай

⁵ ФГБУ НМИЦ терапии и профилактической медицины, г. Москва, Россия
simakovaiv@yandex.ru

Актуальность работы. Эффективность нутриционной поддержки известна и высоко оценивается специалистами в реабилитационной практике пациентов [1, 2]. Однако отсутствуют сведения о влиянии пробиотиков в составе энтеральных смесей на улучшение желудочно-кишечных осложнений тяжелых послеоперационных пациентов с абдоминальными патологиями.

Цель: оценить эффективность нового продукта для зондового питания GASTROAUXILIUM+ с пробиотиком, разработанного специалистами ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского, в комплексной терапии тяжелых послеоперационных пациентов с абдоминальными патологиями в сравнении со стандартным энтеральным питанием.

Методы. В рандомизированном контролируемом проспективном исследовании, проведенном на базе клиники факультетской хирургии и онкологии Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского (с февраля по июль 2024 года), приняли участие две группы: исследуемая группа – 30 пациентов, получавшая новый продукт для зондового питания GASTROAUXILIUM+ с пробиотиком; контрольная группа – 20 пациентов, получавшая стандартный продукт для зондового питания.

Результаты. Выявлена статистически значимая разница в пользу применения GASTROAUXILIUM+ с пробиотиком. Осложнения чаще наблюдались в группе пациентов, получавших стандартный продукт для зондового питания, а именно, диарея – в 12 случаях из 20 (60 %), жидкий стул – у 16 пациентов из 20 (80 %). Применение GASTROAUXILIUM+ с пробиотиком статистически достоверно снижает местные осложнения. Однократно жидкий стул наблюдался только у 2 пациентов из 30 (6,6 %), общих осложнений в виде диареи не зафиксировано. Продолжительность разрешения пареза и время удаления зонда на 0,6 дня были меньше, чем в контрольной группе.

Заключение. Применение GASTROAUXILIUM+ с пробиотиком повышает качество лечения, достоверно снижая желудочно-кишечные осложнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Muscaritoli M., Arends J., Bachmann P. et.al. ESPEN practical guideline: Clinical Nutrition in cancer // Clin Nutr. – 2021. – Vol. 40(5). – P. 2898-2913. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.005. PMID: 33946039.

2. Singer P., Blaser A.R., Berger M.M. et.al. ESPEN practical and partially revised guideline: Clinical nutrition in the intensive care unit // Clin Nutr. – 2023. – Vol. 42(9). – P. 1671-1689. DOI: 10.1016/j.clnu.2023.07.011. PMID: 37517372.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ НА ЗЕРНОВОЙ ОСНОВЕ

А.Д. Смагин, А.А. Смоленцева

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия*

s

m

Актуальность. Зерновые растительные напитки в настоящее время популярны как специализированные продукты. Они имеют натуральный состав, характеризуются низким содержанием жиров, отсутствием лактозы, что делает их привлекательными для людей с различными диетическими предпочтениями и ограничениями. Гречиха среди других зерновых выделяется высоким содержанием белков, магния, железа, витаминов группы В и фенольных соединений, имеет низкий гликемический индекс [1, 2]. В последнее время для ускорения экстрагирования пищевых веществ из растительного сырья применяют ультразвук (УЗ), который представляет собой механические колебания с частотой выше 20 кГц, распространяющиеся в жидких и твердых средах. Его волны вызывают образование и схлопывание кавитационных пузырьков, что приводит к разрушению клеточных структур и способствует большему извлечению биологически активных веществ (БАВ) по сравнению с традиционной технологией [3].

Цель – изучить влияние ультразвуковой обработки на экстракцию пищевых веществ из гречневой крупы при производстве растительного напитка.

Объектами исследования являлись два образца измельченной гречневой крупы (фракция 0,5-0,25 мм), которые замачивали в воде (гидромодуль 1:10) в течение часа при температуре 50 °С, затем измельчали до однородности и нагревали до температуры 55 °С: образец 1 - настаивали при температуре 55 °С в течение 30 минут; образец 2 – подвергали ультразвуковому воздействию (300 Вт) в течение 30 минут. По окончании экстракции образцы фильтровали. Исследовали фильтрат и осадок.

Метод исследования. Массовую долю сухих веществ (МДСВ) в осадке и фильтрате определяли высушиванием в сушильном шкафу при температуре 130 °С, в течение 2 часов.

Результаты исследования сухих веществ в фильтрате и осадке представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс сухих веществ в фильтрате и осадке

Образец	Фильтрат			Осадок		
	Масса, г	МДСВ, %	Сухие вещества, г	Масса, г	МДСВ, %	Сухие вещества, г

Выводы. УЗ воздействие способствует большей экстракции пищевых веществ из гречневой крупы в фильтрат, в то время как при его отсутствии большая часть пищевых веществ остается в осадке. Следовательно, ультразвук целесообразно включить в технологию производства растительного напитка на зерновой основе.

ЛИТЕРАТУРА

Бординова В.П. Антиоксидантные свойства зерна и продуктов его переработки в зарубежных исследованиях / В.П. Бординова, Н.В. Макарова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 5-6. – С. 5-7.

Меренкова С.П. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье / С.П. Меренкова, Н.В. Андросова // Вестник ЮУрГУ. – 2018. – Т. 6. – № 3. – С. 57-67.

Стремин А.А. Использование ультразвука для ускорения экстракции в пищевой промышленности / А.А. Стремин, Б.Н. Федоренко // Международный научный журнал «Вестник науки». – 2023. – № 5 (62). – С. 725-730.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ЭКСТРАКТА СОЛОДКОВОГО КОРНЯ

Е.В. Соколова, Ю.А. Максименко

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
г. Астрахань, Россия
amxs1@yandex.ru*

Распылительная сушка жидкого экстракта солодкового корня позволяет получить тонкодисперсный порошок, исключая при этом перегрев высушиваемого материала при высокой интенсивности протекания тепломассообменных процессов [1, 2]. Изучение кинетики процесса сушки экстракта было выполнено с использованием распылительной сушилки модели УС-15. При выполнении предварительных исследований установлены основные факторы (начальная влажность $W_n=0,85-0,95$ кг/кг и температура сушильного агента $T_{с.а.}=403-423$ К), которые могут оказывать влияние на то, насколько эффективно протекает процесс.

В ходе проведенных исследований конвективная распылительная сушка экстракта солодкового корня выполнялась при заданных параметрах режима: средний диаметр распыленных частиц продукта 5-15 мкм; начальная влажность экстракта солодкового корня $W_n=0,85-0,95$ кг/кг (уровни варьирования: 0,85 кг/кг, 0,9 кг/кг, 0,95 кг/кг) и исходная температура $T_{prod}=313-323$ К; конечная влажность сухого экстракта солодкового корня (порошок) $W_k \leq 0,045-0,05$ кг/кг, температура 323 ± 5 К, средний диаметр частиц 1-5 мкм; характеристики конвективного энергоподвода: температура нагретого воздуха $T_{с.а.}=403-423$ К (исходный сушильный агент) при удельном расходе воздуха $Q_{с.а.} \geq 100$ кг/кг на 1 кг испаренной влаги (уровни варьирования: 403 К, 413 К, 423 К), температура воздуха на выходе сушилки 343 ± 5 К (отработавший сушильный агент).

Для совершенствования процесса распылительной сушки удельная производительность рабочего объема сушильной камеры по экстракту солодкового корня (исходному экстракту) P , кг/(м³·ч) была принята как целевая функция:

$$P = \frac{Q}{V},$$

где Q – массовый расход исходного экстракта, кг/ч; V – задействованный рабочий объем камеры для достижения конечной влажности экстракта, м³.

Сделан ввод о том, что повышение значений температуры сушильного агента $T_{с.а.}$ обуславливает рост значений целевой функции P по причине интенсификации процессов влагоудаления из диспергированных капель экстракта солодкового корня. Рост значений целевой функции P при уменьшении начальной влажности экстракта W_n также очевиден, вследствие уменьшения общего количества удаляемой при сушке влаги. В обозначенных диапазонах изменения $T_{с.а.} = 403-423$ К и $W_n = 0,85-0,95$ кг/кг при сушке экстракта раствора солодкового корня достигаются значения производительности $P=9,288-14,607$ кг/(м³·ч), которые соответствуют производительности промышленных распылительных сушильных установок при сушке жидких пищевых систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Производство дисперсных растительных продуктов методом распылительной сушки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 5. – С. 9-13.
2. Myriam C. Rojas Salas, Héctor J. Ciro Velásquez, Jesús H. Gil Gonzalez. Spray drying of sisal liquids extracts (*Furcraea* spp.): Overall performance of the drying process // Powder Technology. – 2017. – Vol. 321. – P. 163-172. DOI: 10.1016/j.powtec.2017.08.005.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРЕКЕРА С *LAMINARIA JAPONICA*

А.Н. Староверова, А.А. Смоленцева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
anastasistar14@icloud.com

Крекер – это мучное кондитерское изделие слоистой структуры с маслянистой поверхностью, массовой долей сахара не более 10 %, жира – не менее 10 %, влаги – не более 7 %. В зависимости от технологии производства и рецептуры крекер подразделяют: на дрожжах; дрожжах и химических разрыхлителях; химических разрыхлителях (ГОСТ 14033). Жировой компонент вводят в тесто в виде эмульсии. В качестве эмульгаторов применяют яичные продукты, лецитин, пищевые волокна.

Ламинарию добавляют в мучные кондитерские и хлебобулочные изделия в качестве обогатителя, при этом изучают влияние порошка, геля, водно-этанольного экстракта водоросли на подъемную силу дрожжей, качество клейковины муки, структурно-механические характеристики теста и органолептические показатели качества готовых изделий [1, 2].

Цель работы – исследовать функционально-технологические свойства ламинарии и выбрать оптимальный способ производства крекеров с её добавлением.

Объект исследования – измельченная сушеная ламинария (размер частиц менее 0,5 мм)

Методы исследования. Водосвязывающую (ВСС), жирозмульгирующую способность (ЖЭС), стойкость эмульсии определяли методом центрифугирования, подъемную силу дрожжей ускоренным методом по ГОСТ Р 54731.

Результаты исследования. Для исследования ВСС порошок ламинарии заливали 10-кратным количеством воды с температурой 45 °С, выдерживали 10 минут, при этом образовывался мягкий гель. После центрифугирования определяли количество связанной воды, она составила $(8,7 \pm 0,6)$ г на грамм сухого вещества ламинарии $(90,0 \pm 0,0)$ %. Определение ЖЭС показало, что гель ламинарии может эмульгировать $94,3 \pm 0,9$ % растительного масла. Стабильность эмульсии при нагревании до 80 °С составляет $88,7 \pm 0,6$ %.

Время всплытия шарика теста без ламинарии и с добавлением ламинарии в количестве 1, 2, 3, и 4 % составило соответственно 15,4; 16,3; 21,0; 20,1; 22,2 минут, что свидетельствует о снижении подъемной силы дрожжей. Это согласуется с данными литературы о снижении жизнедеятельности сахаромикетов при добавлении натуральной ламинарии, т.к. полисахариды (альгинаты, фукоидан) без биотрансформации не доступны ферментам дрожжей [2].

Проведена пробная выпечка крекеров на химических разрыхлителях с добавлением 1 % порошка ламинарии, 10 % растительного масла и 6 % сахара к выходу изделия. Исследования показали, что применение геля ламинарии позволило исключить из рецептуры яйцепродукты; для формирования теста требуется большее количество воды, готовые изделия не имеют привкуса ламинарии, консистенция изделий отличается большей жесткостью.

Выводы. Таким образом, наиболее оптимальной технологией является применение химического разрыхления и использование эмульсии из растительного масла и геля ламинарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев Н.Н, Кращенко В.В. Исследование влияния ламинарии японской разных способов обработки на качество пшеничного хлеба / Научные труды Дальрыбвтуза. – 2020. – № 1 (т. 51). – С. 54-61.
2. Паймулина А.В. Влияние полисахаридов бурых водорослей на процессы жизнедеятельности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / А.В. Паймулина, И.Ю. Потороко, И.В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 90–98.

**ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУР БЛЮД ИЗ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ
ДЛЯ ПЛАВСОСТАВА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДОВ****И.М. Титова, М.П. Белова**

*ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
г. Калининград, Россия
inna.titova@klgtu.ru*

Ежегодно ученые Института океанологии РАН проводят экспедиционный сезон на борту научно-исследовательских судов, занятые изучением глубоководных течений, экологии Мирового океана и других вопросов. Работа в судовых условиях связана с интеллектуальным и психолого-физиологическим напряжением. В такой период важно обеспечить сбалансированное питание, учитывающее особенности трудовой деятельности. Питание организовано в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 07.12.2001 г № 861 [1]. С точки зрения физиологии данные нормы обеспечивают потребности в питательных веществах и энергии, но деятельность, связанная с использованием специального оборудования, оказывает определенное негативное влияние и может вызывать профессиональные заболевания. Таким образом, актуальным является включение в рацион питания блюд из водных биоресурсов, обогащенных компонентами, обладающими антиоксидантным эффектом.

Анализ природных антиоксидантов, рекомендуемых для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, новообразований способствовал выбору в этом качестве функционального ингредиента с антиоксидантным действием – жирорастворимого астаксантина из панцирей креветок. Разработаны технологические режимы получения соуса «Кокиль» из панцирь содержащих отходов варено-мороженных креветок. Соус получают по технологии sous-vide. Панцирь содержащие отходы от разделки варено-мороженных креветок измельчают, смешивают с 33% сливками в соотношении 1:1, вакуумируют и выдерживают в варочной ванне аппарата sous-vide при температуре 52 °С в течение 300 минут. Полученный экстракт имеет насыщенный оранжево-желтый цвет, после процеживания используется в качестве концентрата соуса. Содержание астаксантина в соусе колеблется в диапазоне 0,002-0,004 мг на 100 г соуса и зависит от видовых особенностей сырьевой базы.

Разработаны рецептуры трех блюд из водных биоресурсов с растительными компонентами (содержание пищевых волокон более 3 г на порцию) и соусом «Кокиль»: фрикасе из рыбы; рыба, запеченная под соусом; матлот. Данные блюда получили высокие оценки на дегустационном совещании Атлантической базы флота Института океанологии РАН и рекомендованы для включения в еженедельный рацион питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 07.12.2001 г № 861 «О рационах питания экипажей морских, речных судов, за исключением судов рыбопромыслового флота, и воздушных судов» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901806418> (дата обращения 11.03.2025)
2. Тимченко Т.Н. Обеспечение сбалансированного питания на борту морского судна как мера защиты здоровья членов экипажа / Т.Н. Тимченко, М.В. Ботнарюк // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и социальной медицины. – 2024. - № 32(1). – С. 68 - 74.
3. Титова И.М., Истомина Н.Н. Анализ рационов питания экипажей судов, с целью выявления макро- и микронутриентов неудовлетворенности // Сборник научных трудов. – Калининград: ФГБОУ ВО КГТУ, 2017. – С. 90–102.

ВЛИЯНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА КАЧЕСТВО МАЛОСОЛЕННОГО ФИЛЕ ФОРЕЛИ

Е.Л. Федорова, А.С. Москвичев, Е.В. Москвичева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
fedorova2.el@edu.spbstu.ru

Одним из принципов здорового питания является сокращение потребления соли (NaCl), избыточное содержание которой в рационах может являться причиной развития серьезных заболеваний (гипертония, ожирение, остеопороз и др.). В связи с этим, потребители все чаще отдают предпочтение продуктам с пониженным содержанием соли. Эта тенденция затрагивает и рынок соленой рыбы, побуждая производителей расширять ассортимент малосоленых продуктов, широко используемых при производстве холодных закусок [1].

В технологии посола рыбы соль является неотъемлемым вкусовым компонентом, а также оказывает «барьерное» антимикробное воздействие. Уменьшение концентрации соли до значений менее 4 % существенно снижает стойкость соленой рыбы к микробиологической порче. Для поддержания качества малосоленой рыбы на прежнем уровне требуется введение дополнительных защитных факторов – консервантов, предпочтительно натуральных. Среди них большие перспективы к использованию имеют природные антимикробные пептиды – низин (бактериоцин бактериального происхождения) и лизоцим (фермент класса I), признанные JECSFA как допустимые к использованию в пищевых технологиях [2].

Целью работы являлось изучение влияния низина и лизоцима по отдельности и в комбинации на микробиологические показатели качества упакованного под вакуумом охлажденного малосоленого филе форели, полученного из охлажденного сырья.

Посол филе осуществляли инъекционным методом путём прямого впрыска в толщу мяса 8 % солевого раствора. Метод обеспечивал быстрое и равномерное просаливание рыбы до равновесной концентрации соли в тканях 3,5 % (24 часа при температуре 4 ± 1 °C). На линии порционирования на поверхность малосоленого филе методом орошения наносили растворы пептидов: низина (5 г/л); лизоцима (5 г/л); комбинации низина и лизоцима в соотношениях 1 : 1 (2,5 г/л : 2,5 г/л), 1 : 2 (1,66 г/л : 3,34 г/л) и 1 : 3 (1,25 г/л : 3,75 г/л). Образцы герметично упаковывали под вакуумом в полимерную пленку и хранили при температуре 4 ± 1 °C в течение 30 суток. Контрольным образцом являлась проба без обработки раствором. Микробиологическую оценку образцов на соответствие требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 проводили по показателю КМАФАнМ на нулевые (фон), 10-е, 15-е и 30-е сутки хранения.

Результаты исследований показали, что на 15-е сутки хранения все образцы, обработанные пептидами, как по отдельности, так и в комбинациях по показателю КМАФАнМ соответствовали нормативным требованиям, в то время как КМАФАнМ контрольного образца уже на 10-е сутки хранения превышало допустимую норму в 1,5 раза (составляло $7,4 \cdot 10^5$ КОЕ/г). На 30-е сутки хранения показателям нормы (КМАФАнМ не более $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г) соответствовали только образцы, полученные с использованием комбинаций, что свидетельствует о достижении синергического антимикробного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Напреенко В. Продукты с пониженным содержанием соли / В. Напреенко, Т. Мадзиевская, С. Далидович, Е. Свирская // Наука и инновации. – 2020. – № 9(211). – С. 8-13.
2. Москвичев, А. С. Перспективы применения бактериоцинов для сохранения качества мясных продуктов / А. С. Москвичев, Ю. Г. Базарнова, А. П. Корж // Мясная индустрия. – 2024. – № 8. – С. 44–46.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕСОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО ПИРОЖНОГО

М.А. Федосеева, Н.В. Барсукова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
fedoseeva.ma@edu.spbstu.ru

С каждым годом в мире увеличивается количество людей, страдающих сахарным диабетом. Но довольно сложно отказаться от уже сформированных пищевых привычек, к которым относится употребление кондитерских изделий. Поэтому разработка новых изделий, отвечающих потребностям данной категории населения, остается актуальной.

Цель исследования – разработка технологии песочного полуфабриката для пирожного с низким гликемическим индексом для лиц, страдающих сахарным диабетом.

Методы исследования. Методом пробных выпечек подобран состав компонентов песочного полуфабриката для диабетического пирожного «Корзиночка». Проведена оценка качества изделий с использованием органолептического метода в соответствии с ГОСТ 31986-2012. Расчетным путем определены гликемический индекс, пищевая и энергетическая ценность песочного полуфабриката.

Результаты исследования. В ходе разработки диабетического изделия была адаптирована рецептура песочного полуфабриката для пирожного «Корзиночка» путем замены пшеничной муки на композицию из овсяной, люпиновой и муки гречневой цельнозерновой (из зеленой гречки), гликемический индекс (ГИ) которых составляет 25, 15 и 45, соответственно. Низкий показатель гликемического индекса позволяет использовать данное сырье при разработке диабетического продукта [1]. Также была произведена замена сахара на полидекстрозу (ГИ=5) и аллюлозу (ГИ=0) в соотношении 70:30. Подбор состава сахарозаменителей производился с учетом пересчета компонентов по интенсивности сладости, для достижения наилучших органолептических показателей [2].

В ходе проведенных исследований опытным путем было установлено оптимальное соотношение всех компонентов для песочного полуфабриката, а также отработана технология его приготовления. Корзиночка из песочного теста имеет правильную форму, рассыпчатую консистенцию, приятный вкус и аромат, что соответствует требуемым органолептическим показателям качества.

Гликемический индекс разработанного полуфабриката составил 17, что позволяет его отнести к продуктам с низким ГИ. Пищевая и энергетическая ценность на 100 г полуфабриката составила: белки – 3,3 г, жиры – 9,8 г, углеводы – 11,7 г, энергетическая ценность – 150 ккал.

Выводы. Результаты исследования показали, что разработанный полуфабрикат для пирожного «Корзиночка» отличается умеренным содержанием углеводов и имеет низкий гликемический индекс, что позволяет рекомендовать его для производства диабетических кондитерских изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Krawęcka A, Sobota A, Zarzycki P. The effect of the addition of low-alkaloid lupine flour on the glycemic index in vivo and the physicochemical properties and cooking quality of durum wheat pasta // Foods. – 2022. – Vol. 11(20). – 3216. DOI: 10.3390/foods11203216.
2. Nenasheva E.V. Comparative analysis of various sweeteners in terms of their effects on the human body / E.V. Nenasheva, A.V. Borisova // Modern science and innovations. – 2021. – № 4(36). – P. 124-137.

РАЗВИТИЕ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ К ПИЩЕ В ГРУППЕ КОМПАНИЙ «АЛКОР БИО»

И.А. Чеглакова

*ООО «Компания Алкор Био»
г. Санкт-Петербург, Россия
icheglakova@alkorbio.ru*

Группа компаний «Алкор Био» – ведущий российский разработчик и производитель лабораторного оборудования и наборов реагентов для клинической диагностики методами ИФА, ИХЛА, ПЦР, иммуноблоттинга и проточной цитометрии – начала освоение нового направления «Биологические активные добавки к пище».

В соответствии со стратегией научно-технологического развития России в качестве приоритетных направлений на период до 2030 г. выделено удовлетворение запроса общества на здоровое питание и потребность в налаживании соответствующей индустрии с целью здоровьесбережения населения. Уделяется внимание и реализации системы безопасности пищевых продуктов, в том числе БАД. Совершенствуются способы сохранения биологически активных веществ (БАВ) в пищевых продуктах (в т.ч. БАД) и определения их качества.

В данном докладе представлены наиболее интересные аспекты трендов развития здорового питания и нутрициологии по результатам проекта Фонда «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», Федерального агентства научных организаций и Российского научного фонда по прогнозированию перспектив развития научных тематик [1].

Основными направлениями развития здорового питания являются:

1. Применение нутригеномики и других «омиксных» технологий для открытия механизмов молекулярного действия БАВ.
2. Персонализированная нутрициология и микробиота, в т.ч. с применением технологии 3D печати.
3. Открытие и исследование новых БАВ.
4. Разработка технологий биодоступности и способов доставки БАВ (пищевые структуры, микрокапсуляция, нанотехнологии, липосомальные технологии).

Стратегия формирования ассортимента биологически активных добавок к пище компании «Алкор Био» строится на принципах инновационности и научности. Важный акцент – высокий уровень биодоступности и усвояемости компонентов. Компания зарегистрировала и выводит на рынок свои первые продукты – это витамины и минералы Магний+В6, Железо, Витамины группы В, Комплекс витаминов для здоровья кожи, волос и ногтей; в разработке находится еще несколько рецептур. Формулы наших БАД сочетают в себе активные формы (хелатные, коэнзимные) с жизненно важными кофакторами и натуральными экстрактами, что обеспечивает их лучшую усвояемость.

Компания заинтересована в привлечении специалистов d области здоровья, нутрициологии и биотехнологии из НИИ, ВУЗов и учреждений здравоохранения для совместной разработки продуктов, решающих основные задачи по здоровьесбережению населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нутрициология-2040. Горизонты науки глазами ученых / Под редакцией В.В. Бессонова, В.Н. Княгинина, М.С. Липецкой. – СПб.: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», 2017 - 105 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИСА В КАЧЕСТВЕ УГЛЕВОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОЕВОГО СОУСА МЕТОДОМ ФЕРМЕНТАЦИИ

М.М. Чернов

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»

г. Санкт-Петербург, Россия

maxim2015.chernov@yandex.ru

По данным научных исследований интерес к рынку соусов растет, а ассортимент представлен в основном импортной продукцией. Поэтому разработка рецептуры соевых соусов с использованием отечественного сырья является актуальной [1].

В данном исследовании была рассмотрена возможность замены пшеницы рисовой крупой. Благодаря содержанию витаминов группы В и отсутствию в нем глютена, рис является ценным продуктом [2]. Таким образом, соевый соус, полученный с использованием риса в качестве углеводной составляющей, может считаться диетическим продуктом, показанным тем, кто соблюдает безглютеновую диету.

Цель исследования – получение соевого соуса методом ферментации с использованием риса в качестве углеводного компонента.

Соотношение белкового и углеводного компонентов 3:1 является наиболее оптимальным (таблица 1). Использование меньшего количества углеводов негативно влияет на качество процесса ферментации [3].

Таблица 1 – Рецепт соевого соуса, приготовленного методом брожения с использованием риса

Наименование сырья	Масса сырья, г
Соевые бобы	240
Рисовая крупа	80
Комбинированная закваска AOSC <i>Aspergillus oryzae</i> и <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	6,4 (5% от массы ферментируемого продукта)
Соль поваренная пищевая мелкого помола	22,4 (7% от массы ферментируемого продукта)
Вода питьевая	450

Приготовление соевого соуса включало следующие этапы: 1) замачивание соевых бобов при температуре 24 °С, нагревание на водяной бане в течение 3,5 часов, дробление, охлаждение до температуры 25 °С; 2) смешивание сои и отваренной рисовой крупы; 3) добавление закваски и поваренной соли. После завершения ферментации добавляли воду, фильтровали при температуре 70 °С. Процесс ферментации занял 50 дней, что подтверждено визуальными наблюдениями – появлением характерного аромата соевого соуса.

На основании проведенного эксперимента была разработана рецептура нового соуса соевого с использованием рисовой крупы. Результаты исследований подтвердили возможность замены углеводной составляющей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарашкевич Е.Ю., Палагина М.В., Черевач Е.И., Фищенко Е.С., Бобченко В.И. Разработка рецептуры соевых соусов из растительного сырья Дальневосточного региона // Известия Дальневосточного федерального университета. – 2019. – № 11. – С. 60–63.
2. Шаззо А.А., Гюлушанян А.П., Корнена Е.П. и др. Продукты переработки риса-зерна в диетическом питании // Новые технологии. – 2011. – № 3. – С. 72-75.
3. Серба Е.М., Римарева Л.В., Таджибова П.Ю., Погоржельская Н.С., Игнатова Н.И., Оверченко М.Б. Особенности биоконверсии соевого сырья в ферментированные продукты // Биотехнология. – 2021. – Т. 37, № 4. – С. 41-48.

ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИОЦИНОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ф. Чжао, Х. Сюй, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
1726662602z@gmail.com

Натуральные пищевые добавки, например, растительные экстракты, эфирные масла, бактериоцины и т.д. могут с успехом использоваться в качестве альтернативы химическим консервантам. Известно, что продукты метаболизма молочнокислых бактерий (МКБ) эффективно подавляют рост бактерий и грибов, обладают антиоксидантным и противораковым потенциалом, повышая безопасность и пищевую ценность продуктов [1]. Бактериоцины представляют собой антимикробные пептиды или белки, подавляющие рост многих видов грамположительных микроорганизмов, в том числе, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium sporogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pediococcus acidilactici*, *Bacillus spp.*, *Enterococcus faecalis* [2], вызывающих порчу пищевых продуктов. Бактериоцины представляют интерес в качестве биоконсервантов, поскольку способствуют пролонгированию сроков годности, легко разлагаются при нагревании и являются безопасными.

К коммерческим бактериоцинам относятся Nisin [1], PediocinPA-1, Micocin и т.д., а также бактериоцины, находящиеся на стадии эксперимента, в том числе Enterocin AS-48 и Lacticin 3147. Низин продуцируют *Streptococcus lactis*, он используется в качестве биоконсерванта в молочных продуктах, мясе, винах и соусах. Бактериоцин *Reuterin* может использоваться в сочетании с Nisin для усиления ингибирующего эффекта против MRSA и *Staphylococcus aureus* [2]. Педиоцин термоустойчив и ингибирует грамположительные бактерии в широком диапазоне pH, обладая выраженной антимикробной активностью против *Listeria monocytogenes*. В настоящее время микроцины одобрены для консервирования мясных продуктов, упакованных под вакуумом [3]. Антимикробные упаковочные пленки и покрытия улучшают стабильность бактериоцинов, а пленки, созданные на основе съедобных материалов, поддерживают их стабильность и обеспечивают безопасность пищевых продуктов. Перспективным является иммобилизация низина на поликапролактоне для создания упаковок с консервирующими свойствами, которые продлевают свежесть фруктов и повышают их стойкость при хранении. Однако для их эффективного использования необходимо преодолеть ряд технических ограничений, связанных с повышением их биологической активности и стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корж А.П. Преимущества использования биоконсервантов в мясной отрасли / А. П. Корж, Ю.Г. Базарнова // Мясные технологии. – 2016. – № 5(161). – С. 40-43.
2. Бисенова Г. Н. Изучение бактериоцин-продуцирующей активности изолятов и коллекционных культур молочнокислых бактерий / Г. Н. Бисенова, З. С. Сармурзина, К. Х. Алмагамбетов [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2016. – № 1(127). – С. 86-98.
3. Salado P.R., Ortiz C.M., Musso Y.S., et al. Edible films and coatings containing bioactives // Current Opinion in Food Science. – 2015. – № 5. – P. 86-92.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНГРЕДИЕНТОВ ПАРФЕ ИЗ ПЕЧЕНИ ИНДЕЙКИ

Е.Д. Чистяков, А.А. Смоленцева

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
Egor4ch@mail.ru

Печень домашней птицы традиционно используют для приготовления паштета. Парфе – разновидность паштета, отличающаяся составом и технологией приготовления, которая включает измельчение сырой печени с пассерованными овощами, приготовление эмульсии с добавлением яиц, сливок и расплавленного сливочного масла, тепловую обработку эмульсии до кулинарной готовности. Ингредиенты парфе, отвечающие за формирование текстуры (яйца, сливки, сливочное масло), являются аллергенами и содержат значительное количество холестерина. Это ограничивает возможность применения парфе из печени индейки для специализированного и профилактического питания.

Цель работы – провести сравнительное исследование функционально-технологических свойств (ФТС) ингредиентов парфе для обоснования замены аллергенов на продукты с низким сенсибилизирующим потенциалом (нутовая мука, растительное масло).

Методы исследования. Массовую долю сухих веществ определяли высушиванием в сушильном шкафу, водосвязывающую способность (ВСС), жирозэмульгирующую способность (ЖЭС) и стабильность эмульсии (СЭ) из растительного масла – методом центрифугирования. *Результаты* исследования ФТС ингредиентов парфе приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Функционально-технологические свойства ингредиентов парфе

Ингредиент	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля белков, %	ВСС, г/г сухого вещества	Растворимость, %	ЖЭС, %	СЭ, %
Печень индейки	26,53±0,32	21,7	11,9±0,5	70,9±0,2	100±0	80,8±2,2
Яйцо куриное	23,04±0,37	12,7	0,83±0,11	80,9±1,2	99,3±1,2	93,8±1,6
Мука нуттовая	92,27±0,22	22,4	4,97±0,04	54,1±1,0	100±0	78,9±1,3

Сухие вещества печени на 80 % состоят из белков, которые растворяются и образуют обводненный гель. После тепловой обработки белки теряют растворимость, гель уплотняется и выделяет до 60 % влаги. Более 80 % сухих веществ яйца растворяются и после тепловой обработки образуют гель, удерживающий 3-х кратное количество воды к массе. Сухие вещества нуттовой муки на 50 % представлены крахмалом. При нагревании мучной суспензии крахмал клейстеризуется, при этом ВСС муки увеличивается с 4,97 г/г до 10,1 г/г [1]. Водные суспензии (7 %) исследуемых продуктов способны эмульгировать 100 г растительного масла. Термическое воздействие приводит к частичному разрушению эмульсии, образованной белками печени, при этом эмульсии, образованные белками яйца и нуттовой муки, сохраняют стабильность. Исследования ФТС ингредиентов показали, что замена яйца нуттовой мукой в соотношении 3 к 1, сливочного масла – растительным маслом, увеличение доли печени индейки в рецептуре позволит сформировать требуемую эмульсионную текстуру и обеспечить влаго- и жирозудерживающую способность продукта в процессе тепловой обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дяченко А.А., Смоленцева А.А. Исследование технологических свойств альтернативных видов муки для кондитерских заварных полуфабрикатов // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов IX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии» в рамках III международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии». – Кемерово, 2021. – С. 310-312.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО НАПИТКА НА РИСОВОЙ ОСНОВЕ

В.А. Ширяев, Н.В. Яковченко

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»
г. Санкт-Петербург, Россия
valryshirbox@gmail.com

На сегодняшний день прослеживается устойчивая тенденция к росту урожайности риса, составляющая 0,65 т/га с 2014 года по 2024 год. Рисовый белок является гипоаллергенным, а также выигрывает у других зерновых по биологической ценности (69 % против 49 % у пшеницы и 44 % у кукурузы) [1] и перевариваемости. Рис – перспективное сырье для производства продуктов из-за того, что аллергия на бобовые у потребителей часто встречается [2], а доля на российском рынке продуктов на основе риса незначительна.

Йогурт и йогуртоподобные продукты часто употребляются в качестве здорового питания и представляют собой растущий рынок во всем мире. Рисовая дисперсия является хорошей основой для производства ферментированных продуктов. Кисломолочные продукты на основе риса содержат фитостеролы, которые помогают снизить уровень холестерина в крови и улучшить состояние сердечно-сосудистой системы [3]. Актуальность исследования обусловлена устойчивым ростом урожайности и потребления риса, его гипоаллергенностью и потенциалом для разработки ферментированных продуктов на российском рынке.

Целью работы является разработка технологии и рецептуры ферментированного продукта на основе рисового зерна.

Для определения показателей качества использовались следующие *методы*: определение содержания полифенолов с помощью реактива Фолина-Чокальтеу, определение антиоксидантной активности с помощью DPPH, определение кислотности титриметрическим методом.

В ходе исследования была разработана технология ферментированного напитка на рисовой основе и определены его физико-химические и органолептические показатели. Ферментированные напитки из нешлифованных сортов риса показали большее содержание полифенолов (30,3 мг GAE/100 мл) и антиоксидантную активность (30 %), в сравнении со шлифованными сортами (9,4 мг GAE/100 мл, 8,3 %).

По результатам органолептической и микробиологической оценки лучшей культурой для ферментации являлась *Bifidobacterium bifidum* (8,9 КОЕ/мл). Среднее время ферментации составило от 4 до 6 часов. Средняя кислотность образцов после ферментации составила 0,1 % в пересчете на молочную кислоту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anania C. et al. Hydrolyzed rice formula: an appropriate choice for the treatment of cow's milk allergy // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – Vol. 11. – № 16. – С. 4823.
2. Spolidoro, G. C. I. Prevalence estimates of eight big food allergies in Europe: Updated systematic review and meta-analysis // Allergy. – 2023. – Vol. 78. – № 9. – P. 2361-2417.
3. Zhao S., Ding J., Xiong S. Development of gamma-aminobutyric acid-enriched germinated rice products // Sprouted grains. – AACC International Press, 2019. – P. 175-190.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНАЦИЙ ПЕКТИНОВ И КОЛЛАГЕНА НА КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

З.Н. Хатко¹, Е.М. Колодина², С.К. Кудайнетова³

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

г. Майкоп, Россия

znkhatko@mail.ru¹, goodwill_katya@mail.ru², saidakudainetova@yandex.ru³

Актуальность. Пектиновые вещества и коллагеновая дисперсия играют важную роль в поддержании здоровья человека [1]. Их комплексообразующая способность обусловлена наличием в составе функциональных групп и свойствами связывать ионы металлов, образуя комплексы, что способствует детоксикации организма человека [2].

Проведено исследование влияния комбинаций пектинов и коллагена на комплексообразующую способность их водных растворов. Установлено, что на значения комплексообразующей способности комбинаций пектинов и коллагена оказывает влияние степень этерификации: чем она ниже, тем выше показатель проявляет комбинация.

Цель работы – исследование влияния комбинаций пектинов и коллагена на комплексообразующую способность их водных растворов.

Объекты исследования: рыбная коллагеновая дисперсия 3 % (исходная концентрация – 6 %; разбавление 1:1); яблочный пектиновый раствор (Я): низкоэтерифицированный 3 % (НЭП – 45-49 %), высокоэтерифицированный 3 % (ВЭП > 50 %), термообратимый 3 % (НН – 27-32 %). Коллагеновая дисперсия и яблочный пектиновый раствор взяты в соотношении 1:1.

Результаты и их обсуждение. Ранее исследована комплексообразующая способность пектиновых растворов и их комбинаций (ВЭП и НЭП). Установлено, что в комбинациях с НЭП комплексообразующая способность выше, чем с ВЭП [3].

Комплексообразующая способность водных растворов пектиновых веществ и коллагеновой дисперсии представлена в таблице 1 (анализы проведены в трех повторностях с представлением результатов в виде среднего арифметического, при $P=0,95$).

Таблица 1 – Комплексообразующая способность (КС) водных растворов пектиновых веществ и рыбной коллагеновой дисперсии (коллаген)

Показатель	Я НН + коллаген	Я НЭП + коллаген	Коллаген	Я ВЭП + коллаген
КС, мг ионов Pb^{2+} /г раствора	630	430	200	100

Данные таблицы показывают, что наибольшая комплексообразующая способность наблюдается в комбинации термообратимого яблочного пектина с коллагеном, наименьшая – высокоэтерифицированного яблочного пектина с коллагеном.

Таким образом, на значения комплексообразующей способности комбинаций пектинов и коллагена оказывает влияние степень этерификации: чем она ниже, тем выше показатель проявляет комбинация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линич Е.П. Основы организации лечебного (диетического) питания: учебное пособие для вузов / Е.П. Линич, Э.Э. Сафонова, В.В. Быченкова. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 181 с.
2. Авлоев Х. Х., Халиков Д. Х. Сорбционная активность пектиновых полисахаридов к ионам двухвалентных металлов. – 2021.
3. Комплексообразующие свойства пектиновых веществ и их комбинаций / Е.М. Колодина, З.Н. Хатко, С.К. Кудайнетова, Т.Б. Колотий // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство АЛЕФ», 2024. – С. 69-70.

РАЗРАБОТКА СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЦИОНА ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ СЛОЖНОКООРДИНАЦИОННЫХ ВИДОВ СПОРТА

А.М. Янцукевич-Ушакова¹, Е.В. Трухина¹, Э.Э. Сафонова²

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

² Колледж туризма и прикладных технологий Санкт-Петербурга

г. Санкт-Петербург, Россия

linalina.mrs@bk.ru

Фристайл как сложнокоординационный, высокоинтенсивный вид спорта, требует от спортсменов значительных энергозатрат и питания специализированного назначения для поддержания физической формы, восстановления и предотвращения травм. Рацион спортсменов должен включать сбалансированное количество белков, жиров и углеводов, а также микро-нутриентов. Ранее проведенный анализ фактического рациона питания спортсменов выявил существенные отклонения [1].

Целью работы стала разработка рациона, направленного на устранение выявленных дефицитов. Для оценки эффективности разработанного рациона использовали следующие методы и материалы: антропометрические измерения и комплексный анализ биохимических показателей крови до [2] и после введения рациона (таблица 1) среди группы фристайлистов.

В результате анализа полученных данных наблюдалось снижение среднего веса и процента жира, улучшение биохимических показателей, таких как уровень глюкозы и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) в изучаемой группе спортсменов.

Таблица 1 – Динамика пищевого статуса спортсменов

Показатели	До оптимизации рациона	После оптимизации рациона
Антропометрические данные:		
Средний вес (кг)	64,2 ± 10,5	63,1 ± 10,3
Средний ИМТ (кг/м ²)	22,1 ± 1,5	21,9 ± 1,4
Средний процент жира (%)	14,2 ± 4,3	13,8 ± 4,1
Биохимические показатели крови:		
Глюкоза (ммоль/л)	4,8 ± 0,3	4,5 ± 0,2
ЛПНП (ммоль/л)	3,2 ± 0,4	2,8 ± 0,3
Железо (мкмоль/л)	16,1 ± 5,2	16,8 ± 5,4
Кальций (ммоль/л)	2,4 ± 0,2	2,4 ± 0,1

Вывод. Таким образом, разработанный рацион доказал свою эффективность в поддержании оптимального состояния здоровья спортсменов-фристайлистов. Методика создания рационов может быть рекомендована для дальнейшего использования в организации питания спортсменов сложнокоординационных видов спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янцукевич-Ушакова А.М. Анализ фактического рациона питания спортсменов-фристайлистов / А.М. Янцукевич-Ушакова, Е.В. Трухина, Э.Э. Сафонова // Здоровое питание и нутриционная поддержка: медицина, образование, инновационные технологии: сборник материалов XIX Всероссийского форума, Санкт-Петербург, 08–09 ноября 2024 года. – СПб, 2024. – С. 104-106.

2. Янцукевич-Ушакова А.М. Оценка пищевого статуса спортсменов занимающихся сложнокоординационными зимними видами спорта на примере фристайла / А.М. Янцукевич-Ушакова, Е.В. Трухина, Э.Э. Сафонова // Спорт. Медицина. Наука: тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию создания РНПЦ спорта, Минск, 10–11 октября 2024 г. – Минск : РНПЦ спорта, 2024. – С. 109-111.

ПРИРОДООХРАННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА ЦИНКА НА РОСТ И УСТОЙЧИВОСТЬ *DEINOCOCCUS RADIODURANS*

А.Е. Барашков, А.М. Киреева, Н.Т. Жилинская, И.И. Трубин

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
alexanderbarashkof@yandex.ru*

*Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения устойчивости экстремофильных микроорганизмов к тяжелым металлам, таким как цинк, для их потенциального применения в биоремедиации. Ионы цинка оказывают токсическое действие на живые системы [1]. *D. radiodurans* проявляет исключительную резистентность к неблагоприятным условиям. Анализ роста бактерий в питательной среде в присутствии $ZnSO_4$ важен для прикладной микробиологии [2].*

*Цель исследований – оценка влияния сульфата цинка на рост *Deinococcus radiodurans*.*

Материалы и методы исследования. Культивирование бактерий осуществлялось в двух биореакторах (Biosan RTS). Контрольный образец: бактерии культивировали на питательной TGY-среде, не содержащей соль $ZnSO_4$. Опытный образец: бактерии культивировали на питательной TGY-среде, содержащей соль $ZnSO_4$, в концентрации 4,4 мг/мл. Накопление биомассы бактерий в средах оценивали по показателю «оптическая плотность» (OD), которая автоматически измерялась прибором Biosan в течение 150 часов культивирования.

Результаты исследования. Значения OD представлены на рисунке. В контрольной группе наблюдались типичные фазы роста: лаг-фаза (до 10 часов), экспоненциальная (10-70 часов) и стационарная. В группе с $ZnSO_4$ лаг-фаза удлинилась до 30 часов, а экспоненциальный рост протекал менее интенсивно, что свидетельствует о частичном ингибирующем действии ионов цинка на активность бактерий.

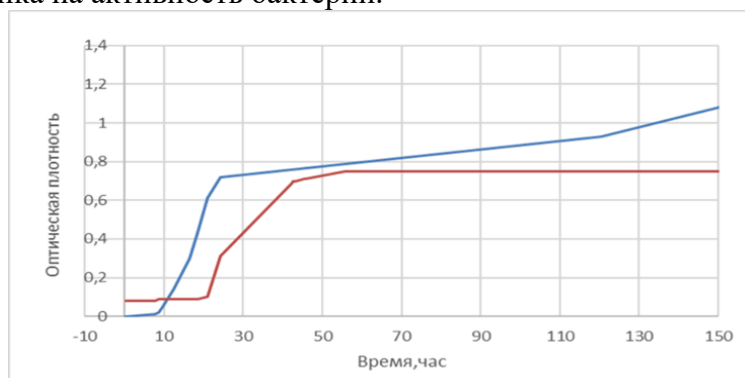


Рисунок 1 – Зависимость показателей оптической плотности сред TGY, содержащих бактерии *Deinococcus radiodurans*, от времени культивирования микроорганизмов: синяя линия - контрольный образец, красная линия – опытный образец с $ZnSO_4$

Заключение. Результаты подтверждают потенциальную возможность использования бактерий *Deinococcus radiodurans* для биоремедиации природных сред, загрязненных тяжелыми металлами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов А.А., Кульбачинский А.В. Механизмы стрессоустойчивости *Deinococcus radiodurans* // Биохимия. - 2015. - Т. 80. - № 10. - С. 1201-1216.
2. Tripathi M., Singh P., Singh R., Bala S., Pathak N., Singh S., Chauhan R.S. and Singh P.K. Microbial biosorbent for remediation of dyes and heavy metals pollution: A green strategy for sustainable environment // Front. Microbiol. - 2023. - V.14. - 1168954.

БИОУГОЛЬ ИЗ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ, НАСЫЩЕННЫХ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

Е.С. Белик

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
г. Пермь, Россия
zhdanova-08@mail.ru

Утилизация углекислого газа с помощью растительной биомассы, в том числе микроводорослей, является одним из направлений декарбонизации. Известно, что для культивирования микроводорослей необходим углекислый газ, который можно подавать от 1 до 39 % в зависимости от культуры [1-3]. Полученная растительная биомасса микроводорослей может быть использована в жидком или сухом виде в качестве удобрения, быть основой для получения биотоплива, а пиролизированный остаток в качестве почвоулучшителя.

Объектом исследования был выбран штамм микроводоросли рода *Chlorella*, выращенный из готовой биологически активной добавки компании «Spirulinafood». Биомасса микроводорослей выращивалась в лабораторных условиях с использованием стандартной среды Тамия в открытом лабораторном биореакторе при следующих условиях: температура – 28 ± 7 °C, освещенность до 6000 Лк, фотопериод 12/12 ч, pH=7,5±1,0, подача углекислого газа (в чистом виде или в составе дымового газа).

После завершения культивирования биомасса подвергалась центрифугированию. В ходе эксперимента процесс пиролиза предварительно отцентрифугированных микроводорослей проводился в муфельной печи при температуре 400 °C в течение 30 минут, со скоростью нагрева – 10 °C/мин, в условиях ограниченного доступа кислорода.

Синхронным термическим анализом образца микроводорослей в атмосфере аргона установлено, что потеря массы образца на первом этапе пиролиза вследствие испарения влаги и выделения легколетучих веществ составляет ~18 %, на втором этапе ~30 %, при температуре 400 °C образец микроводорослей теряет 48 % массы.

Для возможности использования биоугля из микроводорослей в качестве структуратора и почвоулучшителя были проведены экспериментальные исследования по всхожести семян ячменя. Установлено, что при дозе внесения 2 и 5 % среднее значение количества взошедших семян от общего числа семян на 7 сутки эксперимента составляет $86 \pm 8,5$ % и $88 \pm 0,5$ % соответственно, что меньше контроля (без добавок) на 11,3 % и 9,3 %, однако, средняя длина побегов на 7 сутки при дозе внесения 2 % – $5,16 \pm 2,43$ см, что лучше контроля на 1,16 см, при этом увеличение дозы до 5 % не показало положительного эффекта.

На основании полученных данных можно рекомендовать использовать биоуголь из микроводорослей в качестве почвоулучшителя, однако, требуются дополнительные исследования для определения оптимальной дозы внесения, особенно за счет наличия микроэлементов в биоугле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Politaeva N. Carbon Dioxide Utilization Using Chlorella sp. Microalgae / N. Politaeva, I. Ilin, K. Velmozhina, P. Shinkevich // Environments, 2023. – Vol. 10. – No 7. – P.109.
2. Rafael García-Cubero Potential of Chlorella sp. vulgaris to Abate Flue Gas / Rafael García-Cubero, José Moreno-Fernández, Mercedes García-González // Waste Biomass Valor. – 2018. – Vol. 9. – P. 2015-2019.
3. Sheng-Yi Chiu Microalgal biomass production and on-site bioremediation of carbon dioxide, nitrogen oxide and sulfur dioxide from flue gas using Chlorella sp. Cultures / Sheng-Yi Chiu, Chien-Ya Kao, Tzu-Ting Huang, Chia-Jung Lin, Seow-Chin Ong, Chun-Da Chen, Jo-Shu Chang, Chih-Sheng Lin // Bioresource Technology. – 2011. – Vol. 102. – No. 19. – P. 9135-9142.

ВЛИЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА МИКРОВОДОРОСЛЯМИ

К.А. Вельможина

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
anizhomlev@mail.ru

Биологическая фиксация углекислого газа (CO_2) микроводорослями является одним из перспективных методов снижения антропогенных выбросов CO_2 . Особый интерес представляет изучение влияния дефицита азота в питательной среде («азотного голодания») на метаболизм микроводорослей, поскольку дефицит азота может существенно изменять скорость поглощения CO_2 и накопление биомассы. Изучение данных закономерностей позволит усовершенствовать условия культивирования и повысить экономическую и экологическую эффективность биологической фиксации CO_2 [1, 2].

Цель работы – изучить влияние соединений азота на процесс поглощения углекислого газа микроводорослями.

Объектом исследования были микроводоросли *Chlorella kessleri*, которые культивировались в закрытых герметичных фотобиореакторах (ФБР), объемом 5 л, с подачей CO_2 в концентрации 20 % (об./об.). Объем суспензии микроводорослей в ФБР составлял 2,5 л. В ходе эксперимента поддерживались следующие условия: температура 25 ± 1 °С, интенсивность аэрации 2,5 л/мин и освещенность 3000 лк. Состав питательной среды был подобран и описан в [3]. При этом в ФБР №1 содержание KNO_3 в питательной среде составило 0,2 мг/л, а в ФБР №2 – было снижено до 0,02 мг/л. Начальная оптическая плотность (D) – 0,626. Для оценки скорости роста микроводорослей применялся метод спектрофотометрии, а содержание газа контролировалось с использованием газоанализатора.

Поглощение CO_2 при заданных условиях происходило активно в первые часы после добавления в ФБР. При этом, после повторного добавления CO_2 , его поглощение происходит менее активно. Оптическая плотность суспензии микроводорослей увеличивалась на протяжении всего эксперимента.

В результате проведенного эксперимента наибольшая скорость поглощения CO_2 наблюдалась в ФБР №1 и составила – $0,195 \text{ гр} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$. В ФБР №2 скорость поглощения CO_2 была ниже и составила $0,173 \text{ гр} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$. Максимальное увеличение оптической плотности было отмечено в ФБР №2 и составило $\Delta D = 0,932$. В ФБР №1 прирост биомассы составил $\Delta D = 0,324$.

Таким образом, дефицит азота негативно сказывается на процессе поглощения CO_2 микроводорослями, снижая скорость данного процесса. Однако, несмотря на более низкую скорость поглощения CO_2 , при пониженном содержании азота наблюдался значительно больший прирост биомассы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-17-20004).

ЛИТЕРАТУРА

1. Li, S., Song, C., Li, M., Chen Y. Effect of different nitrogen ratio on the performance of CO_2 absorption and microalgae conversion (CAMC) hybrid system // Bioresource Technology. – 2020. – P. 123126.
2. Zong, Y., Shangguan, Z. Nitrogen Deficiency Limited the Improvement of Photosynthesis in Maize by Elevated CO_2 Under Drought // Journal of Integrative Agriculture. – 2014. – P. 73–81.
3. Politaeva, N., Ilin, I., Velmozhina, K., Shinkevich, P. Carbon Dioxide Utilization Using *Chlorella* Microalgae // Environments. – 2023. – P. 109.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ИЗ СКОРЛУПЫ МИНДАЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

О.В. Верюжская, А.Д. Севастьянова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
veryuzhskaya.ov@edu.spbstu.ru*

Актуальность. Очистка водных объектов от различных загрязнителей остается актуальной задачей современности. К числу наиболее эффективных методов очистки сточных вод относятся сорбционные. При этом наблюдается тенденция к замене традиционных сорбентов (активированные угли и цеолиты), на альтернативные, получаемые из целлюлозосодержащих отходов. К таким отходам относится скорлупа миндаля, остающаяся в больших количествах после переработки миндального ореха [1].

Цель исследования – определение адсорбционной ёмкости ферментативно обработанной скорлупы миндаля. В качестве объекта исследования были выбраны сорбенты из скорлупы миндаля (сорт «Десертный»), полученные путем обработки ферментным препаратом «Целлолюкс А», взятом в количестве 1 %, 5 % и 10 % от массы скорлупы. Предварительно измельченную и просеянную скорлупу миндаля обрабатывали раствором ферментного препарата (рН = 4,7) в течение 1 ч при температуре 50 ± 2 °С при постоянном перемешивании. Затем скорлупу отделяли от гидролизата, тщательно промывали подготовленной водой и высушивали до постоянной массы [1].

Методы исследования. Адсорбционную ёмкость полученных образцов определяли по ГОСТ 4453-74, ГОСТ 6217-74 и ГОСТ 4388-72. В качестве контрольного образца использовали необработанную ферментом скорлупу миндаля.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Адсорбционная ёмкость экспериментальных образцов сорбентов

Показатель	Доля вносимого ферментного препарата от массы скорлупы			Контроль
	1 %	5 %	10 %	
Адсорбционная емкость по метиленовому синему, мг/г	121 $\pm$ 2	149 $\pm$ 2	159 $\pm$ 2	119 $\pm$ 2
Адсорбционная емкость по йоду, мг/г	0,057 $\pm$ 0,016	0,059 $\pm$ 0,018	0,057 $\pm$ 0,016	0,049 $\pm$ 0,009
Адсорбционная емкость по ионам меди, мг/г	4,27 $\pm$ 0,50	5,33 $\pm$ 0,54	3,73 $\pm$ 0,42	1,33 $\pm$ 0,21

Вывод. Установлено, что наибольшей адсорбционной емкостью по метиленовому синему обладает сорбент из скорлупы миндаля, обработанной ферментным препаратом «Целлолюкс А» в количестве 10 % от массы скорлупы. Однако обработку ферментным препаратом в такой концентрации не следует проводить для получения сорбента ионов тяжелых металлов. С этой целью рекомендуется использовать ферментный препарат в концентрации 5 % от массы скорлупы. Разница адсорбционной емкости исследуемых образцов по йоду лежит в пределах погрешности. В результате ферментативной обработки скорлупы миндаля в любой концентрации адсорбционная емкость скорлупы увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение сорбционного материала путем химической модификации скорлупы миндаля / А. Д. Севастьянова, Ю. А. Смятская, С. Ю. Хохлов, Ю. Г. Базарнова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2023. – № 148. – С. 62-68. – DOI 10.25684/0513-1634-2023-148-62-68. – EDN RABCLG.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМЯН *SINAPIS ALBA*

А.А. Войнов, И.А. Панкина

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
lifehuck46@gmail.com

Белая горчица занимает значительное место в сельском хозяйстве и применяется как в пищевой, так и в кормовой отраслях. Изучение факторов, влияющих на её прорастание, может помочь увеличить урожай и повысить качество продукции. Анализ влияния различных условий на прорастание горчицы также может привести к созданию устойчивых агрономических методов, снижающих негативное воздействие на окружающую среду. Как известно, на прорастаемость семян разных культур оказывают влияние ряд факторов: среда, температура, свет и др. [1-2].

Цель данного исследования состояла в анализе воздействия различных водных сред на ключевые параметры прорастания семян белой горчицы *Sinapis alba*.

Для проведения исследования были отобраны пробы воды №1 (Крестовый пруд, СПб) и №2 (р. Средняя Невка, СПб) в соответствии с нормативной документацией ГОСТ Р 51592–2000 и ГОСТ Р 51593–2000. В эксперименте использовали 9 чашек Петри. На каждую из чашек помещали фильтровальную бумагу, смачивали водой из пульверизатора. Семена горчицы белой выкладывали на фильтр в каждую из чашек Петри в количестве 50 штук. После этого семена в соответствующих чашках Петри смачивали контрольной пробой воды, опытной пробой воды №1 и опытной пробой воды №2. Далее чашки Петри закрывали. С целью доступа кислорода росткам верхняя чаша убиралась на 30 минут раз в день. В качестве фитотест-объекта была выбрана горчица белая *Sinapis alba* (производитель «Сембат»). При изучении прорастания семян исследованы следующие варианты пробы: 1) К – контроль (водопроводная вода), 2) Опытная проба №1, 3) Опытная проба №2.

Результаты изучения влияния различных водных сред представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели прорастания семян горчицы белой на различных водных средах

Вариант пробы	Энергия прорастания, % от контроля	Всхожесть, % от контроля	Средняя скорость прорастания семени, % от контроля
Опытная проба №1	98*	97*	106*
Опытная проба №2	119*	100	94*

Примечание: * - значения достоверно отличаются от контрольного на 5%-ом уровне значимости.

Показано, что экспериментальный образец №2 имеет оптимальный комплекс показателей по сравнению с другими пробами: большая энергия прорастания семян, а также высокая средняя скорость прорастания, незначительно отличающаяся от соответствующего показателя контроля. Таким образом, образец №2 может быть предложен для дальнейшего изучения в области разработки экологически чистых и эффективных методов повышения продуктивности растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлыкова А. Н., Панкина И.А. Перспективы использования электрохимически активированной воды при проращивании семян зернобобовых культур. Сб. тезисов VI МНПК студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 164-166.
2. Чеснокова С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды: учеб. пособие В 2 ч. Ч. 2. Методы биотестирования / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. унта, 2008. – 92 с.

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ-СЕКВЕСТРАТОРОВ К СТРЕССОВЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

Г.Ш. Галиева, П.Ю. Галицкая, С.Ю. Селивановская

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
г. Казань, Россия
goolnaz0708@gmail.com

В условиях глобального изменения климата и необходимости разработки методов активного удаления CO₂ из атмосферы микроводоросли представляют особый интерес. Их применение в биоремедиации и промышленных системах улавливания углерода может стать устойчивой альтернативой традиционным природоохранным технологиям, основанным на наземных экосистемах [1]. Изучение адаптационного потенциала микроводорослей-секвестраторов к стрессовым условиям среды имеет критическое значение для оптимизации этих процессов и масштабирования технологий. Цель исследования – экспериментально обосновать выбор наиболее перспективных штаммов микроводорослей для масштабирования технологий углеродной секвестрации на основе комплексной оценки их адаптационных возможностей. Для достижения поставленной цели были выделены микроводоросли из различных природных водоемов, осуществлены смывы с деревьев, почвы – всего было выделено 19 изолятов. Альгологически чистые культуры микроводорослей получали при культивировании в средах, содержащих: левомицетин, цефазолин и нистатин в концентрациях 20, 100 и 40 мкг/мл соответственно. Оценка пределов температурной толерантности микроводорослей проводили при температурах 15, 20, 25, 30, 35 и 40 °С в течение 10 дней, при освещении 5000 люкс. Провели оценку толерантности штаммов микроводорослей к pH в диапазоне 4-9; содержанию металлов (Cr, Cd, Pb: (1X) концентрация, как потенциально низкотоксичная и (10X) потенциально высокотоксичная – 0,13 и 1,3 мг/л для Cr, 0,054 и 0,54 мг/л для Pb; 0,015 и 0,15 мг/л для Cd), содержанию растворенных оксидов азота и серы в двух концентрациях, измеряемых длительностью воздействия газа на культуру микроводорослей (10 и 20 мин). В ходе оценки среди 19 анализируемых культур микроводорослей выявлено 2, обладающие наибольшей толерантностью к анализируемым факторам № 4 и 5, выделенные из озера г. Казань, Республика Татарстан, 55.830979, 49.109349 и из почвы. Изолят №4 обладал высокой толерантностью к тяжёлым металлам: токсичность по отношению к CrX10 и PbX10 составила 7 и 8 % соответственно. Оптическая плотность изолята №5 была выше остальных как при различных температурах, так и при различных значениях pH. На основании секвенирования и сопоставления последовательностей с генетическими базами данных определена таксономическая принадлежность изолятов: №4 – *Chlorococcum* sp., №5 – *Chlamydomonas* sp. Таким образом, выделенные штаммы представляют особую ценность для биотехнологий благодаря адаптивности к переменным условиям окружающей среды.

Благодарность. Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2024-0004.

ЛИТЕРАТУРА

1. Singh, U.B. Ahluwalia A.S. Microalgae: a promising tool for carbon sequestration / U.B. Singh, A.S. Ahluwalia // Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang. – 2013. – P. 73-95.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ИЗ БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ БЕЛОГО МОРЕА – ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОБЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

Л.Ю. Карпенко, А.А. Бахта, И.Н. Никонов

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»
г. Санкт-Петербург, Россия
ilnikonov@yandex.ru*

Одна из важнейших тенденций развития современного сельского хозяйства – курс на замещение или полную замену антибиотиков и химических антимикробных средств в рационах питания животных. Актуальным и перспективным является использование в качестве кормовых добавок компонентов растительного происхождения, способных повышать продуктивность поголовья, стимулировать воспроизводство, улучшать потребительские свойства продукции.

Бурые водоросли – это природный источник уникальных полисахаридов, например, фукоидана, и доступных микроэлементов (йод, бром), играющих важную роль в профилактике стрессов у сельскохозяйственной птицы. Необходимо отметить, что в условиях короткого светового периода на Крайнем Севере организм растения вырабатывает максимум биологически активных веществ в сравнении с растениями из других биотопов, располагающихся в тропической или бореальной зонах [1-3].

В ходе проведенного исследования были испытаны на цыплятах-бройлерах кормовые добавки, содержащие полисахаридную, липидную, белковую и полифенольную фракции, выделенные из биомассы бурых водорослей. Были проведены опыты по кормлению.

Было установлено, что среднесуточные приросты живой массы, были достаточно высокими и составили в опытных группах 59,12-62,3 г против 59,98 г в контроле.

Наиболее высокий убойный выход мяса был в группе, поучавшей полифенольную фракцию, как у курочек, так и петушков – выше, чем в контрольной группе, на 0,7 и 0,2 %. По выходу грудных мышц также лидировала данная группа, что согласуется с наиболее высокой живой массой бройлеров, полученной в ней. Самый низкий убойный выход был получен в группе, получавшей полисахаридную фракцию. Показатели в остальных группах были на уровне контроля. Таким образом, кормовые добавки на основе фракций, выделенных из бурых водорослей, могут быть перспективными для использования в промышленном птицеводстве.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00181.

ЛИТЕРАТУРА

1. Obluchinskaya E. Effect of different post-harvest treatments on free amino acid content in *Fucus vesiculosus* // Int. Appl. Res. Conf. "Biological Resources Development and Environmental Management", KnE Life Sciences. – 2020. – Jan. – P. 386-395.
2. Nunes D. Influence of gender and age of brown seaweed (*Fucus vesiculosus*) on biochemical activities of its aqueous extracts / D. Nunes, R. Andre, A. Ressaissi, B. Duarte // Foods. – 2022. – Dec. Vol. 11, iss. 1. – P. 39.
3. Díaz-Rubio M.E. Dietary fiber and antioxidant capacity in *Fucus vesiculosus* products / M.E. Díaz-Rubio, J. Perez-Jimenez, F. Saura-Calixto // Int. J. Food Sci. Nutr. – 2009. – Vol. 60, suppl. 2. – P. 23-34.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРОДУКТОВ

Л.Ю. Карпенко, И.Н. Никонов, А.А. Бахта

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»
г. Санкт-Петербург, Россия
ilnikonov@yandex.ru*

В настоящее время перед ветеринарными специалистами стоит задача по преодолению антибиотикорезистентности у патогенных микроорганизмов. В большинстве случаев возникновение таких форм бактерий связано с бесконтрольным использованием антибиотиков для лечения, профилактики и в качестве стимулятора роста при содержании молодняка животных.

Микроводоросли являются потенциально экономически выгодными продуцентами веществ антиоксидантного действия. Зеленые водоросли хлорелла представляют собой неисчерпаемый источник биомолекул с антиоксидантными свойствами, которые находят применение в фармацевтической, косметической промышленности и нутрицевтике: ферментов (каталаза и супероксиддисмутаза); экзополисахаридов; каротиноидов и пептидов. Применение микроводорослей хлорелла в кормлении сельскохозяйственных животных является актуальным направлением [1-3].

Проведен опыт по кормлению по оценке влияния на продуктивность кур-несушек кросса Ломан Браун при введении в рацион комплекса дополнительного питания «Альгобустер», произведенного из водорослей хлорелла. Были установлены аминокислотный и липидный профили кормовой добавки на основе хлореллы.

На основании проведенных исследований (90 суток) установлено, что введение кормовой добавки с водой способствует увеличению средней живой массы кур-несушек на 2,4-2,7 % и яйценоскости – на 17,4 % (+4 шт./гол.) и 21,7 % (+5 шт./гол.). «Альгобустер» способствовал активизации метаболизма и стимуляции овуляции кур-несушек яичного направления продуктивности.

На основании полученного комплекса продуктивных показателей комплекс дополнительного питания «Альгобустер» может быть рекомендован для применения в промышленном птицеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Obluchinskaya E. Effect of different post-harvest treatments on free amino acid content in *Fucus vesiculosus* // Int. Appl. Res. Conf. "Biological Resources Development and Environmental Management", KnE Life Sciences. – 2020. – Jan. – P. 386-395.
2. Ensig, C., Ploeg, M., Barbosa, M., Sijtsma, L. Microalgae-based Products for the Food and Feed Sector: An Outlook for Europe, 2014 (Report EUR 26255 EN).
3. Delattre C., Pierre G., Laroche C., Michaud P. Production, extraction and characterization of microalgal and cyanobacterial exopolysaccharides // Biotechnology Advances. – 2016. – V. 34. – P. 1159-1179.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *NANNOCHLORIS SP.* ДЛЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД

Д.М. Коплевская, О.Р. Левчук, Е.Ю. Самохина, Ю.Г. Базарнова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
koplevskaya.dm@edu.spbstu.ru

Аннотация. Фототрофные микроводоросли играют ключевую роль в круговороте углерода благодаря своей способности к фотосинтезу. Процессы ассимиляции углерода являются важными составляющими фотосинтеза этих организмов, что определяет роль микроводорослей в качестве ключевого элемента углеродного цикла [1].

Цель работы: исследовать процесс поглощения бикарбонатной формы углерода (HCO_3^-) клетками *Nannochloris sp.* Naumann и показатели роста биомассы в условиях направленного культивирования.

Материалы и методы. Культивирование микроводорослей *Nannochloris sp.* осуществляли в лабораторном фотобиореакторе цилиндрической формы с размерными параметрами (0,40×0,1 м) и объемом 1 л. В качестве питательной среды использовали среду Заррука, температура культивирования составила 27 °C [1].

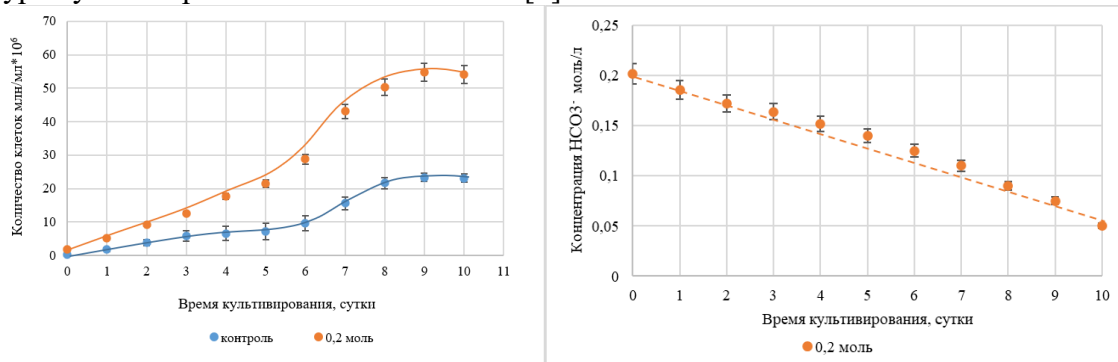


Рисунок 1 – Динамика накопления биомассы и поглощения HCO_3^- в процессе культивирования *Nannochloris sp.*: а) – влияние концентрации HCO_3^- на динамику роста биомассы; б) – динамика поглощения HCO_3^- клетками *Nannochloris sp.*

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных результатов свидетельствует, что наибольший прирост биомассы наблюдался с 3 по 7-8 сут. культивирования, после чего процесс переходит в стационарную фазу. Максимальная концентрация клеточной суспензии достигалась: в контрольном образце (питательная среда без добавок HCO_3^-) – 23,35 млн. кл./мл; в образце с добавкой 0,2 моль/л HCO_3^- – 54,73 млн. кл./мл. Установлено, что поглощение бикарбонатной формы углерода клетками *Nannochloris sp.* наиболее активно происходит в экспоненциальной фазе роста биомассы, что отображено на рисунке 1. В стационарной фазе роста концентрация HCO_3^- в клеточной суспензии достигла $0,050 \pm 0,002$ моль/л. Таким образом, культура *Nannochloris sp.* обладает высоким потенциалом для применения ее в технологиях декарбонизации водных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова Ю.Г., Левчук О.Р., Гинак А.И. Кинетические закономерности поглощения HCO_3^- и роста биомассы *Nannochloris sp.* Naumann IPPAS C-1509 в условиях направленного культивирования // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т.76. №12. – С.83-92. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-76-12-83

ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА ТЕРМОФИЛЬНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ СЕМЕЙСТВА *BACILLACEAE* ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 50 °С

А.С. Костина¹, А.С. Журавлева²

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

² ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

г. Санкт-Петербург, Россия

kostina.as@edu.spbstu.ru

Антропогенное загрязнение почв нефтепродуктами и изменение климата способствуют распространению термофильных бактерий в нетермальных зонах. Их роль в биоремедиации изучена недостаточно, что делает актуальным исследование их потенциала для очистки загрязненных почв в условиях глобального потепления.

Цель работы: исследование адаптации штаммов термофильных бактерий семейства *Bacillaceae* к температуре 50 °С.

Объектами исследования являлись бактерии штаммов *Geobacillus thermodenitrificans* (L2- 1), *Aeribacillus* sp. (L2- 3 и P2- 2) и *Parageobacillus thermoglucosidasius* (P6-1), полученные из проб почвогрунтов, отобранных в г. Пушкин и Луга [1]. Для культивации использовали модифицированную жидкую минеральную питательную среду Ворошиловой–Диановой (ВД) pH 7,1 с добавлением микроэлементов и ацетата натрия ($\times 3\text{H}_2\text{O}$, 1,36 г/л) в качестве единственного источника энергии и углерода. Культивирование проводили в трехкратной повторности. Для фиксации накопления клеточной массы использовался денситометр DEN-1B с измерением OD при 565 нМ. По результатам измерений были построены кривые роста культур (рисунок 1).

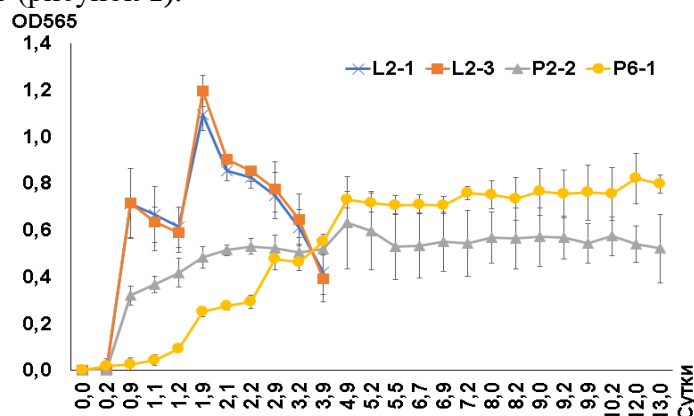


Рисунок 1 – Кривые роста исследуемых культур при температуре 50 °С

По результатам проведенных исследований выявлено, что пик роста при 50 °С для штаммов L2-1 и L2-3 достигается на вторые сутки и быстро падает. Штаммы P2-2 и P6-1 характеризуются более медленным ростом и длительным сохранением жизнеспособности при 50 °С. Таким образом, сходство динамики роста при 50 °С наблюдается у штаммов, полученных из образцов близкого географического расположения (L и P, соответственно), а у таксономически близкородственных штаммов, полученных из образцов почвогрунтов г. Пушкин и г. Луга (P2-2 и L2-3) она существенно различается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлева А.С., Волкова Е.Н., Галушко А.С. Термофильные аэробные органогетеротрофные бактерии антропогенно измененных территорий Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Экологическая генетика. – 2021. – Т. 19. – № 1. – С. 47–58. DOI: 10.17816/ecogen50901

БИОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ**А.С. Ланбина, Н.И. Немчинова, Н.А. Политаева**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
politaevana1971@gmail.com*

Проблема загрязнения почв в городской среде в условиях роста промышленной нагрузки и увеличения протяженности автомобильных дорог остается актуальной. Важным направлением является разработка мер, упреждающих загрязнение почв органическими веществами техногенного происхождения, образующимися при неполном сгорании топлив, в основном нефтепродуктами и бенз-а-пиреном.

Цель данной работы: оценить уровень загрязнения почв площадки «Учебного городка» Санкт-Петербургского университета Петра Великого (СПбПУ) и предложить эффективный препарат - биодеструктор для ремедиации загрязненных почв.

Проведенный мониторинг почв на площадке «Учебный городок», Политехническая ул. д. 29, литера А» в 16 точках массовая суммарная концентрация нефтепродуктов в слое 0,0–0,2 м составила от 79 до 320 мг/кг. которая определена как «допустимая». Потенциальными источниками загрязнения почв может быть грузовой транспорт в местах регулярной погрузки контейнеров с твердыми бытовыми отходами при утечке горюче-смазочных материалов.

Для решения проблемы загрязненности почв на территории «Учебного городка» предлагается использование биологических методов с применением различных препаратов – биодеструкторов. Были проанализированы более 30 препаратов – биодеструкторов российских производителей, определены их достоинства и недостатки, и выбраны наиболее оптимальные – это: 1 – запатентованный препарат БАК-ПАУ, который демонстрирует высокую деструкционную активность в отношении углеводородных загрязнений, более чем 51 % [1]; 2 – биопрепараты серии "ЭМ" (Байкал ЭМ-1, ЭМ-А), действие которых основано на восстановлении баланса между полезной и патогенной микрофлорой почвы. Содержание смешанных культур микроорганизмов, стимулирующих развитие резидентной микробиоты и, как следствие, рост растений, что позволяет увеличить биологическую активность грунта на 83–94 % [2]; 3 – запатентованный препарат для обезвреживания нефтешламов «Гидробрейк», который обеспечивает снижение содержания нефтепродуктов в почве на 71 % за 3 месяца наблюдений [3].

Для биорекультивации почв в весенне-летний период будет проведена обработка загрязненных почв на территории «Учебного городка» тремя wybranными биопрепаратами и оценена их эффективность. На основании сравнительных результатов будет рекомендован препарат или комплекс препаратов для обработки почв на всех загрязненных участках «Учебного городка» СПбПУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ №2695881 Рекультивант для очистки почв и грунтов от загрязнений нефтью, Хадеева Виктория Владимировна, Янкевич Марина Ивановна. 29.11.2025
2. Заболотских В. В Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязнённых земель/ В. В. Заболотских, С. Н. Танких, А. В. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – №. 5-3. – С. 341-351.
3. Никифоров, А. С. Применение препарата на основе поверхностно-активных веществ для очистки нефтезагрязненных почв / А. С. Никифоров, Ю. В. Сивков, С. В. Александров // Естественные и технические науки. – 2022. – № 5(168). – С. 65-67.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ В РЕСТОРАНЕ

Е.М. Макарова, В.В. Быченкова

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

В предприятиях общественного питания в результате технологического процесса образуются пищевые отходы, которые должны систематически удаляться из производственных цехов. В соответствии с исследованиями, в среднем около 45 % пищевых отходов в ресторанах образуются при приготовлении блюд (очистки и обрезки) [1]. Ввиду этого, проблема накопления пищевых отходов в ресторанах чрезвычайно актуальна и требует от ресторанного бизнеса эффективных способов решения: рационального использования сырья и соблюдения принципов устойчивого развития [1]. Рассмотрим альтернативные способы переработки пищевых отходов в полезную продукцию, которые могут быть эффективно использованы в ресторанах.

Во-первых, одной из инновационных технологий, соответствующей принципам экономики замкнутого цикла, является 3D-печать (или аддитивное производство) – процесс послойного нанесения однородного материала в виде уникальной структуры с помощью пищевых 3D-принтеров [2]. Так, из плодовоовощных очистков и куриной кожи можно производить порошки, насыщенные полезными веществами, которые добавляют в рецептуры для пищевой трехмерной печати для повышения питательной ценности готового продукта. К преимуществам технологии 3D-печати относятся: высокая точность, обеспечение децентрализованного производства с повышенной безопасностью и гигиеной пищевых продуктов и персонализация дизайна. Использование трехмерной печати в производстве компонентов блюд сокращает расходы на утилизацию в ресторанах примерно на 40–60 % [2].

Во-вторых, производство чипсов из кожуры плодов, овощей и куриной кожи. Известно, что в плодовоовощной кожуре содержится большое количество полезных веществ, витаминов групп А, В, С и клетчатки, а в куриной коже – жирных кислот. Технология производства чипсов проста и состоит из нескольких процессов: подготовка сырья, очистка и обработка, обжарка или запекание (для куриной кожи) и высушивание в дегидраторе (для овощных очистков), упаковку и хранение. Чипсы – современный продукт, обладающий яркими вкусовыми характеристиками и привлекающий внимание потребителей, который соответствует принципам устойчивого развития.

Подводя итог, рассмотренные альтернативные способы переработки пищевых отходов в ресторане содействуют внедрению принципов экономики замкнутого цикла с одной стороны, и позволяют увеличить прибыль ресторана за счет максимального использования всех частей продукта с другой. На сегодняшний день только 10–15 % пищевых отходов используются повторно, но этот показатель может увеличиться до 30–40 % благодаря современным технологиям, которые создают уникальное торговое предложение – безотходная гастрономия глобального тренда на осознанное потребление [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Светлаков К.А. Проблема пищевых отходов в общественном питании // Гуманитарные научные исследования. 2022. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://human.snauka.ru/2022/05/49661> (дата обращения: 19.03.2025).
2. Debapam Saha, Mrutyunjay Padhiary, Azmirul Hoque, Gajendra Prasad: 3D printing technology for valorization of food processing wastes and byproducts: A systematic review // Waste Management Bulletin. – 2025. – Vol. 3, Issue 4. – 25 pp.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЗЕЛЁНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

А.В. Мельник

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
alexey55557@mail.ru

Введение. Мир сталкивается с изменением климата, загрязнением окружающей среды, истощением природных ресурсов. В ответ на эти угрозы развиваются зелёные технологии, которые выступают в качестве двигателя «зелёной» трансформации. Цель: исследовать роль зелёных технологий в устойчивом развитии. Задачи: раскрыть концепцию зелёных технологий, проанализировать биотехнологические способы защиты окружающей среды. Методы: анализ, обобщение, синтез, индукция. Актуальность: декарбонизация экономики; внедрение принципов циркулярной экономики; соответствие ЦУР ООН [1].

Результаты. Роль зелёных технологий (инновационных решений, направленных на снижение антропогенного воздействия и переход к устойчивому развитию) в зелёной трансформации [1]: 1. *Биоремедиация* и восстановление экосистем – естественные методы очистки: *Фиторемедиация* – применение растений для поглощения тяжёлых металлов и органических загрязнителей; *Микробные консорциумы* – искусственно подобранные сообщества бактерий и грибов для разложения нефтепродуктов, пестицидов, микропластика; *Биоплато* – растения и микроорганизмы для очистки воды. *Преимущества:* низкие энергозатраты; восстановление загрязнённых территорий без радикального вмешательства. 2. *Биологическая очистка сточных вод и ресурсосбережение* – это не только удаление загрязнений, но и извлечение полезных ресурсов (биогаз, биополимеры, удобрения): *Мембранные биореакторы* – комбинация биологической очистки и ультрафильтрации; *Анаэробное сбраживание* – получение биогаза (CH₄) из органических отходов; *Микробные топливные элементы* – генерация электроэнергии в процессе очистки. 3. *Биопереработка отходов и циркулярная экономика* – переход от модели «произвёл–использовал–выбросил» к циклической экономике: *Компостирование* – превращение органических отходов в биоудобрения; *Вермикультивирование* – переработка отходов с помощью дождевых червей; *Биодеградация пластиков* – ферменты для разложения полимеров. 4. *Биоконтроль загрязнения воздуха и углеродный след:* *Биофильтры* – очистка промышленных выбросов с помощью микроорганизмов; *Фитостены и городское озеленение* – поглощение CO₂ и улучшение микроклимата; *Микроводоросли* – связывание CO₂ с производством биотоплива [2].

Выводы. Раскрыта концепция зелёных технологий, их значение для экологической трансформации; проанализированы экологичные способы защиты окружающей среды. Биотехнология защиты окружающей среды – это ключевой элемент зелёной трансформации с устойчивыми и экономически эффективными решениями. Дальнейшее развитие связано с интеграцией цифровых и инженерных подходов, что позволит достичь углеродной нейтральности и минимизировать экологический ущерб [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Singh R. L., Singh P. K. Principles and Applications of Environmental Biotechnology for a Sustainable Future // Springer. – 2021.
2. Leong Y. K. Microbial Fuel Cells for Wastewater Treatment and Energy Generation // Elsevier. – 2022.
3. Концепция технологического развития на период до 2030 года. – Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 года №1315-р. URL: <http://government.ru/news/48570> (дата обращения 26.03.2025).

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИАТОМИТА

С.А. Монахова, Л.Л. Соколовская

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
sofiamonachova@gmail.com*

Диатомит представляет собой осадочную горную породу, сформированную преимущественно из окаменевших остатков диатомей. Эти микроскопические водоросли, содержащие кремний, растворённый в воде, используют для создания своих клеточных стенок. После их гибели, богатые кремнезёмом панцири оседают на дне морей и озёр, постепенно приводя к образованию диатомитовых месторождений [1].

Актуальность. Диатомит выделяется своими уникальными характеристиками, такими как пористость, абсорбирующие свойства и экологическая безопасность, что обуславливает его широкое применение в различных странах мира, например, в России, США, Великобритании, Казахстане, Канаде и Нидерландах.

Цель исследования – проанализировать актуальность применения диатомита в различных странах в период с 2015 по 2025 год.

Методы исследования. Исследования проводились с помощью патентных баз данных: НЭБ, ФИПС и ЕАПАТИС, в которых был выполнен поиск за последние 10 лет.

Результаты и их обсуждение. На рисунке представлена статистика патентов, опубликованных в России, США, Великобритании, Казахстане, Канаде и Нидерландах в период с 2015 по 2025 год. Лидерами по числу патентных публикаций являются Россия (17 патентов) и США (16 патентов), что свидетельствует о высокой исследовательской активности в данных странах. Великобритания занимает третье место с 6 патентами, значительно уступая двум лидерам. Далее следуют Казахстан (4 патента), Канада (3 патента) и Нидерланды (2 патента), демонстрируя сравнительно низкую активность в патентной сфере. Был проведен также анализ по количеству патентов, опубликованных за каждый год: с 2015 по 2018 годы наблюдается рост, достигая пика в 2018 году (8 патентов), затем идет спад с минимальным значением в 2021 году (0 патентов). С 2022 по 2025 год активность восстанавливается, но остается нестабильной (2–6 патентов в год).

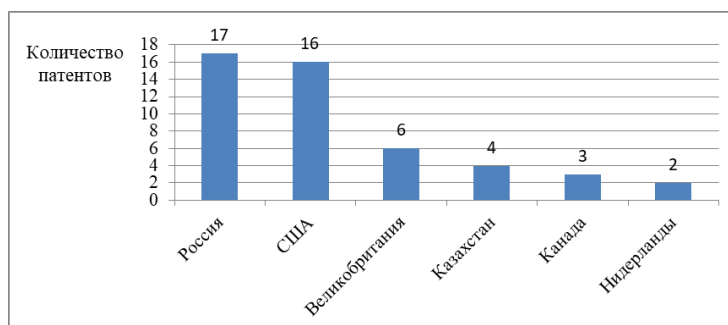


Рисунок 1 – Статистика патентования в разных странах мира с 2015 по 2025 год

Заключение. Статистика патентов показывает высокую исследовательскую активность в России и США, несмотря на спад в 2021 году и постепенным восстановлением активности в последующие годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жакипбаев, Б. Е. Энергосбережение и декарбонизация в производстве цемента и пеностекла за счет использования природных активных минеральных добавок (опока и диатомит) / Б. Е. Жакипбаев, А. Б. Исмаилова, А. З. Тухтамишева, О. Д. Сейтказинов, Ж. Н. Молдамуратов // Нанотехнологии в строительстве. – 2024. – Т. 16. – № 6. – С. 587-600.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ ФОСФАТ-ИОНОВ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ВОД ХИТОЗАНОВЫМИ БИОСОРБЕНТАМИ

А.М. Опарина, Н.В. Зибарев, Б.Н. Шукуру, П. Оночи

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
annaoparina93@gmail.com

Повсеместное распространение цианобактерий приводит к нежелательной трансформации трофических связей и деградации водных экосистем [1]. Одна из причин развития цианобактерий в водных объектах – высокое содержание соединений азота и фосфора. Нами предложено использовать хитозан в качестве сорбционного материала для снижения концентраций фосфат-ионов (PO_4^{3-}) в водных объектах на модельных водах.

Цель исследования: определить сорбционную ёмкость хитозана и оценить эффективность удаления фосфат-ионов хитозановыми биосорбентами из модельных вод.

Материалы и методы. Хитозан – биоразлагаемый полимер, получаемый из хитина, является эффективным биосорбентом [2]. Для оценки эффективности удаления PO_4^{3-} и определения его сорбционной ёмкости использовались модельные растворы фосфат-ионов с диапазоном концентраций от 100 до 2000 мкг/л. Хитозан – 1 г/л, помещали в ткань (размер пор 5 мкм). Сорбцию проводили статически, в течение 10 суток. Концентрацию фосфат-ионов определяли спектрофотометрически по ПНД Ф 14.1:2.4.248–07. Сорбционную ёмкость A_p (мг/г) рассчитывали по формуле:

$$A_p = \frac{C_0 - C_t}{m} \cdot V,$$

где C_0 – начальная концентрация фосфат-ионов, мкг/л; C_t – конечная концентрация фосфат-ионов мкг/л; m – масса хитозана, г; V – объём модельного раствора, л.

Результаты. В таблице 1 представлены результаты анализа.

Таблица 1 – Сорбционная ёмкость и степень извлечения фосфат-ионов

$C, \text{PO}_4^{3-},$ мкг/л	$A_p, \text{мг/г}, 10-$ е сутки	$\Xi, \%,$ 10-е сутки
100	0,10	87
200	0,17	85
500	0,36	73
1000	0,62	62
1500	0,77	52
2000	0,80	40

Концентрации фосфат-ионов от 100 до 500 мкг/л сорбируются хитозаном с эффективностью 73–87 %. В диапазоне концентраций от 1000 до 2000 мкг/л эффективность поглощения хитозана снижается, достигая своего минимума в 40 % при концентрации 2000 мкг/л. Сорбционная ёмкость для самой низкой концентрации в 100 мкг/л составила — 0,1 мг/г, и увеличивалась прямо пропорционально концен-

трации фосфат-ионов. Максимальная сорбционная ёмкость составила 0,8 мг/г.

Закключение. Определена сорбционная ёмкость хитозана – в диапазоне концентраций от 1000 до 2000 мкг/л эффективность поглощения хитозана снижается, достигая минимума в 40 % при концентрации 2000 мкг/л. Сорбционная ёмкость для самой низкой концентрации в 100 мкг/л составила – 0,1 мг/г, а для максимальной – 0,8 мг/г. Оценена эффективность удаления фосфат-ионов хитозановыми биосорбентами: низкие концентрации сорбируются с эффективностью 73–87 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокикова Е.Г. Синие-зеленая угроза // Наука из первых рук. – 2010. – № 6. – С. 22-27.
2. Тарановская Е.А., Собгайда Н.А., Алферов И.Н., Морев П.В. Очистка сточных вод с применением хитозана // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10(185). – С. 322-325.

МЕТОДИКА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ МУТАНТНОГО ШТАММА ДРОЖЖЕЙ *S. CEREVISIAE* 1-TAE-1

Е.О. Осипова^{1,3}, Е.В. Журишкина^{1,2}, А.А. Кульминская^{1,2}

¹ ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»

² ФГБУ «ПИАФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»,
Курчатовский геномный центр
г. Гатчина, Россия

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
5259308@mail.ru

В условиях XXI века, с ростом производства и потребления синтетических соединений, генотоксичность ксенобиотиков превращается в критическую проблему. Мониторинг таких веществ особенно важен для оценки рисков, связанных с их воздействием на здоровье человека и экосистемы в целом [1].

В Отделении молекулярной и радиационной биофизики Петербургского Института Ядерной Физики разработан тест-набор для проведения первичного скрининга генотоксичности ксенобиотиков, основанный на мутантном штамме дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 1-TAE-1. Этот штамм обладает мутациями, нарушающими репарационные процессы и увеличивающими спонтанную и индуцированную мутабельность, что значительно повышает его чувствительность к мутагенному воздействию. Тест-набор включает мутантный штамм дрожжей, питательные среды и известный мутаген для положительного контроля [2].

Целью данного исследования была разработка метода длительного хранения штамма дрожжей, используемого в тест-наборе. В ходе работы был предложен метод, при котором двухдневная культура дрожжей помещалась в жидкий протектор, состоящий из обезжиренного молока и растворов сахаров. Жидкий протектор с клетками дрожжей смешивался с диоксидом кремния, после чего смесь подвергалась сушке. Наиболее эффективным оказался протектор, который содержал мальтозу. Дрожжевые клетки, высушенные предложенным методом, легко поддаются реактивации и могут храниться при температуре 3-4 °С. Данный метод обеспечивает сохранение жизнеспособности и функциональности мутантного штамма, открывая новые перспективы для его применения в биотехнологии и экологии, где необходимо надежное и эффективное хранение генетически модифицированных организмов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Курчатовского геномного центра – ПИАФ программой развития центров генетических исследований мирового уровня, соглашение № 075-15-2019-163).

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохорова, И.М. Генетическая токсикология: учеб. пособие / И.М. Прохорова, М.И. Ковалева, А.Н. Фомичева. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 132 с.
2. Патент РФ на изобретение № 2757018/ 08.10.21. Бюл. №28. Евстюхина Т.А., Королев В.Г. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для тестирования мутагенов окружающей среды. Режим доступа: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&Doc-Number=0002757018&TypeFile=html

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ЛИПИДОВ ИЗ БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА СЕВЕРНО-ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

И.Ю. Петренко

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
petrenko.iyu@edu.spbstu.ru*

В экстремальных условиях высоких широт арктические организмы, в первую очередь зоопланктон, выработали уникальные механизмы адаптации, связанные с интенсивным накоплением липидов. Эта стратегия основана на потреблении богатой липидами пищи в течение кратковременного летнего сезона, который характеризуется максимальной биологической продуктивностью в Арктике. В последующие месяцы полярной зимы гидробионты выживают за счет накопленных ресурсов, полностью прекращая питание. Исследование структурных особенностей липидов, их функциональной роли в организме, а также анализа жирнокислотного состава позволяет глубже изучить процессы энергетического обмена и трансформации веществ в пищевых цепях арктических и субарктических экосистем. Эти данные важны для прогнозирования устойчивости метаболических систем организмов в условиях динамично меняющегося климата [1].

Применение жирных кислот в качестве биохимических индикаторов направлено на углубление представлений о взаимосвязи биогеохимических циклов и трофических взаимодействий в отношении пищевых систем. Такой подход требует комплексного изучения стабильных липидных резервов зоопланктона. Таким образом, целью работы является изучение динамики накопления липидов зоопланктоном, в зависимости от изменяющихся условий внешней среды [1].

В ходе экспедиции в Северный-Ледовитый океан, были отобраны пробы зоопланктона в разные сезоны. По методу Фолча, из проб экстрагировались липиды и были получены количественные результаты по содержанию липидов в зависимости от сезонного фактора. В результате, были сделаны выводы, о накоплении общих липидов зоопланктона на протяжении года и представлены в таблице 1 [2, 3].

Таблица 1 – Содержание липидов в зоопланктоне

№ пробы	Дата отбора	Сырая масса зоопланктона, г	Количество липидов, г	Соотношение липидов к массе зоопланктона
1	31.01.2023	0,620±0,025	0,100±0,008	0,098
2	05.04.2023	0,364±0,027	0,069±0,007	0,069
3	06.06.2023	0,480±0,021	0,024±0,005	0,050
4	09.10.2023	1,012±0,024	0,088±0,007	0,087

Согласно полученным результатам, прослеживается накопление липидов зоопланктоном в летний период и снижение количества липидов в зимне-весенний период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kattner, G. Perspectives on marine zooplankton lipids / G. Kattner, W. Hagen, R.F. Lee [and others] // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2007. – Т. 64. – С. 1628–1639. doi:10.1139/F07-122
2. Folch, J. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G. H. Sloane Stanley // Journal of Biological Chemistry. – 1957. – Vol. 226, № 1. – Р. 497–509.
3. Орел, Н. М. Биохимия липидов / Н. М. Орел. – Минск : БГУ, 2007. – 35 с.

СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Л.И. Пятницкая, В.В. Быченкова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
pyatnitskaya.li@edu.spbstu.ru*

Пищевые отходы образуются на предприятиях, связанных с питанием и производством пищевых продуктов [1]. К ним относятся первичные отходы, которые формируются из различных видов сырья [2].

Овощи – основной источник пищевых отходов на предприятиях общественного питания. Однако есть несколько способов применения остатков овощной продукции, к примеру, получение основы для приготовления масел, овощных бульонов, соусов, натуральных красителей и почвенных удобрений.

Фрукты – вторые по количеству вырабатываемых отходов после овощей. На некоторых предприятиях общественного питания их остатки используют для получения фруктового сахара и масел, а также для производства спирта, уксуса и удобрений для растений.

Далее следует упомянуть зерно, остатки от обработки которого применяют для производства муки, кормовых смесей, сена, удобрений и даже биотоплива.

Еще один пример сырья, оставляющего после обработки отходы, это молочные продукты. Хороший пример вторичного использования остатков – производство напитков, соусов и некоторых кисломолочных продуктов: сыра, творога и йогуртов.

Мясо – сырье, часто встречающееся на кухне и производстве. Из его отходов получают различные виды муки и жир.

Еще одной группой продуктов, которая в основном вредит своими отходами крупным предприятиям, это масличные и бобовые культуры. Из непригодного для употребления сырья получают биогаз и компост. Также некоторые фабрики производят различные удобрения и корма для сельскохозяйственных животных.

Рыба – последняя по количеству вырабатываемых отходов группа, оставляющая после своей обработки чешую, плавники, кости и некоторые другие части. Их вторичное использование заключается в производстве рыбной муки, обуви и даже украшений.

Таким образом, все перечисленные отходы находят свои способы применения, но у некоторых есть что-то общее, к примеру, производство удобрений и кормов для животных [3]. Однако все варианты вторичного использования направлены на уменьшение количества утилизируемых пищевых остатков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89-ФЗ: [принят Государственной думой 22 мая 1998 года: одобрен Советом Федерации 10 июня 1998 года]. – Москва: Проспект; Санкт-Петербург: Кодекс, 1998. – С. 8.
2. Субракова Л. К. Экономика обращения с пищевыми отходами в России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2021. № 1. 37-48 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomika-obrascheniya-s-pischevymi-othodami-v-rossii/viewer> (дата обращения: 25.06.2021).
3. Виды и правила утилизации пищевых отходов, способы переработки: сайт ОМЕГА. – 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://omega-ekb.com/articles/vidy-i-pravila-utilizacii-pishhevyyh-otxodov-sposoby-pererabotki/> (дата обращения: 23.09.2021).

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ БУМАГИ И КАРТОНА

А.В. Савина, А.С. Чердакова, С.В. Гальченко

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

г. Рязань, Россия

cerdakova@yandex.ru

Проблема образования и накопления отходов производства и потребления является одной из ключевых экологических проблем современности. В структуре как производственных, так и коммунальных отходов весомую часть составляют отходы бумаги и картона. При этом уровень переработки данных отходов в РФ достигает порядка 50 % [1]. В этой связи, возникает необходимость поиска безопасных путей утилизации бумажных отходов.

Бумажные отходы возможно перерабатывать биологическими способами, в том числе с использованием микроорганизмов-деструкторов. Они экологически безопасны и позволяют естественным путем в течение короткого времени перерабатывать большую массу отходов. Однако учитывая объемы образующихся отходов необходимо провести научный поиск механизмов стимулирования действия биодеструкторов. По нашему мнению, в данном аспекте, весьма интересны гуминовые вещества и промышленные препараты на их основе.

Целью исследования являлась оценка влияния гуминовых препаратов на процессы биопереработки отходов бумаги и картона.

Объектом исследования выступал промышленный гуминовый препарат «Экорост», полученный из торфа по технологии гидродинамической кавитации. Исследования осуществлялась в условиях модельных вегетационных экспериментов. В вегетационные сосуды помещали измельченные незагрязненные, несортированные отходы бумаги и картона. В качестве источника микроорганизмов-деструкторов применялся биопрепарат «Байкал-ЭМ», который вносился во все вегетационные сосуды согласно инструкции производителя. Далее содержимое сосудов обрабатывали водными растворами гуминового препарата «Экорост» различных концентраций (0,01 %, 0,1 % и 1,0 %). Контролем в эксперименте выступали вегетационные сосуды, без внесения гуминового препарата. Экспозиция экспериментальных образцов осуществлялась в течение трех месяцев при температуре +22 °С. Критерием оценки в эксперименте выступало изменение массы отходов за период экспозиции.

Проведенные исследования показали, что гуминовые препараты способны стимулировать процессы биоутилизации отходов бумаги и картона при совместном использовании с биопрепаратами. В максимальной мере процессам биодеструкции были подвержены отходы при обработке препаратом «Байкал-ЭМ» и препаратом «Экорост» в дозе 0,1 % водного раствора. На данных вариантах эксперимента масса отходов была практически на 60 % меньше, чем на контрольных вариантах. Внесение гуминового препарата в дозах 0,01 % и 1,0 % водного раствора оказало не столь выраженный эффект. Масса отходов на этих вариантах снизилась по сравнению с контролем не более чем на 35 %.

Таким образом, в эксперименте показано, что стимуляции процессов биоутилизации отходов бумаги и картона способствует их совместная обработка биопрепаратом «Байкал-ЭМ» и гуминовым препаратом «Экорост» в дозе 0,1 % водного раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обращение с твердыми коммунальными отходами: Россия на фоне мира / С.М. Говорушко [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – № 2(62). – С. 4-31.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
СТОЧНЫХ ВОД ОТ АНТИБИОТИКА СУЛЬФАМЕТОКСАЗОЛА
МИКРОВОДОРОСЛЯМИ *CHLORELLA SOROKINIANA*
И *PARACHLORELLA KESSLERI***

**М.С. Темнов, К.И. Меронюк, Я.В. Устинская, А.К. Брянкина,
А.Е. Свиридова, Д.С. Дворецкий**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
г. Тамбов, Россия
temnov.mihail@mail.ru*

Наличие антибиотиков в сельскохозяйственных сточных водах является одной из главных причин возрастающей антибиотикорезистентности патогенных бактерий к медицинским антибактериальным препаратам. Традиционные биологические методы очистки сточных вод на основе применения активного ила плохо справляются с удалением антибиотических веществ. Альтернативным биологическим агентом, позволяющим решить эту проблему, могут быть микроводоросли. Целью работы являлось определение особенностей очистки сельскохозяйственных сточных вод от антибиотика сульфаметоксазола штаммами микроводорослей *Chlorella sorokiniana* IPPAS C-1 и *Parachlorella kessleri* IPPAS C-9. Культивирование штаммов осуществлялось в течение 9 суток на модельных сточных водах, содержащих аммиачный азот 60 мг/л, нитраты 206 мг/л, фосфаты 100 мг/л, сульфаметоксазол 10 мкг/л, и имеющих pH 4,9, общее микробное число $1,5 \cdot 10^6$ КОЕ/мл. Контрольные образцы культивировались на модельных сельскохозяйственных водах без добавления сульфаметоксазола. Культивирование осуществлялось в течение 9 суток при температуре 30 °С и уровне фотосинтетически активной радиации 135 мкмоль фотонов/(м²·с). Посевной материал микроводорослей вносился в объеме 10 % и представлял собой суспензию с концентрацией 55 млн кл/мл. Подсчет клеток в образцах осуществлялся каждые сутки методом прямого подсчета в камере Горяева [1]. Измерение концентрации сульфаметоксазола в культуральной жидкости осуществлялось на 9 сутки с применением метода газовой хроматографии [1]. Количество биомассы микроводорослей в образцах определялось гравиметрическим методом на 9 сутки [1]. Эксперимент был повторен три раза. По результатам проведенного эксперимента был сделан вывод о том, что для штамма *Chlorella sorokiniana* IPPAS C-1 сульфаметоксазол является стимулятором роста. Статистически значимы различия в концентрациях клеток экспериментального и контрольного образцов наблюдались уже на 4 сутки культивирования. На 8-9 сутки концентрация клеток *Chlorella sorokiniana*, выращенных на питательной среде с антибиотиком, составляет 14 млн кл/мл, что выше на 25 % по сравнению с контролем. Количество биомассы *Chlorella sorokiniana*, выращенной на среде с антибиотиком, на 9 сутки составляло $1,45 \pm 0,15$ г/л, что на 20 % больше по сравнению с контролем. При культивировании штамма *Parachlorella kessleri* IPPAS C-9 статистически значимых различий в концентрации клеток и в количестве биомассы между экспериментальным и контрольным образцами не наблюдалось. При этом, штамм *Parachlorella kessleri* эффективнее утилизировал из сточных вод сульфаметоксазол, средняя удельная скорость утилизации антибиотика на всем промежутке культивирования составляла $0,51 \text{ сут}^{-1}$, что на 59 % выше по сравнению со средней удельной скоростью утилизации антибиотика штаммом *Chlorella sorokiniana* – $0,3 \text{ сут}^{-1}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / под редакцией К. Уилсон, Дж. Уолкер ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. – 3-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 855 с.

ОБНАРУЖЕНИЕ ФОСФАТОВ В ПОЧВЕ ПАРКА ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ

А.С. Чирик, В.Н. Малюшина, М.С. Липчанская, Т.Р. Кудряшова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ch_a2004@mail.ru*

Вопрос загрязнения окружающей среды остро стоит в современном мире, путём решения экологических проблем, можно улучшить уровень жизни населения. Парк Лесотехнической академии – одно из живописнейших мест Санкт-Петербурга с интересной историей и большим количеством достопримечательностей. Вблизи парка располагаются жилые дома, учебные заведения, заводы, железная дорога, что может негативно сказываться на экологическом состоянии объекта исследования.

Целью работы явилось обнаружение загрязнения фосфатами почвы парка Лесотехнического университета, а также, нитритов в воде и снежных покровах. Переизбыток фосфора способствует сокращению биоразнообразия и приводит к деградации экосистем (бурный рост водорослей). Избыточное поступление в водоем нитритов, как и фосфора, может привести к эвтрофикации и ухудшению качества воды.

Был произведен пробоотбор согласно ГОСТ 7564-97 «Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний». Нами были очищены пробы от различных загрязнений при помощи пинцетов. Снежный покров доводили до жидкого состояния на водяной бане, к почве добавляли воду и перемешивали при помощи лабораторного шейкера. Произвели фильтрацию всех проб через воронки с фильтровальной бумагой. Подготовленные пробы высушили в сушильном шкафу (при температуре 27 °С, 40 минут) для определения массы сухого остатка (сравнение массы фильтра до и после фильтрации). Определили рН потенциометрическим методом [2], провели спектрофотометрический анализ [3]. По результатам экологического исследования парка Лесотехнической академии мы сделали следующие выводы: при анализе воды в пруду не выявлено превышение содержания нитритов; согласно СанПиН 1.2.3685-21, пробы почвы удовлетворяют нормам концентрации фосфатов [4].

Результаты данной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях изучения влияния различных экологических параметров на состояние природы парка Лесотехнической Академии и близлежащих районов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 7564-97. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008771> (Дата обращения: 26.10.2024).
2. ГОСТ 32385-2013. Товары бытовой химии. Метод определения показателя активности водородных ионов (рН). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200107873> (Дата обращения: 26.10.2024).
3. ГОСТ 26148-84. Фотометрия. Термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200009515> Дата обращения: 26.11.2024).
4. СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения: 03.11.2024).

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА МИКРОВОДОРОСЛЯМИ

П.С. Шинкевич

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
ps.shinkevich@gmail.com

Температура является одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность процесса поглощения углекислого газа (CO_2) микроводорослями. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью оптимизации условий культивирования микроводорослей для повышения их способности фиксировать CO_2 для решения экологических проблем и получения биомассы для различных отраслей промышленности [1,2].

Цель работы – изучить влияние температуры на процесс поглощения углекислого газа микроводорослями.

Объектом исследования были микроводоросли *Chlorella kessleri*. Культивирование микроводорослей проводилось в закрытых герметичных фотобиореакторах (ФБР), объемом 5 л, в которые подавалось 20 % (об./об.) CO_2 . Объем суспензии микроводорослей составлял 2,5 л. Были созданы следующие условия:

ФБР №1 – температурный режим $30 \pm 1^\circ\text{C}$, аэрация 2,5 л/мин, освещенность 3000 лк;

ФБР №2 – температурный режим $25 \pm 1^\circ\text{C}$, аэрация 2,5 л/мин, освещенность 3000 лк;

ФБР №3 – температурный режим $20 \pm 1^\circ\text{C}$, аэрация 2,5 л/мин, освещенность 3000 лк;

Начальная оптическая плотность (D) – 0,642. Состав питательной среды был подобран и описан в [3]. Скорость роста определялась методом спектрофотометрии. Содержание газа в ФБР измерялось с помощью газоанализатора.

Поглощение CO_2 при заданных условиях происходило активно в первые часы после добавления в ФБР. При этом, после повторного добавления CO_2 , его поглощение происходит менее активно. Оптическая плотность суспензии микроводорослей увеличивалась на протяжении всего эксперимента.

В результате проведенного эксперимента наибольшая скорость поглощения CO_2 наблюдалась в ФБР №2 и составила – $0,195 \text{ гр} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$. Максимальное увеличение оптической плотности также было отмечено в ФБР №2 и составило $\Delta D = 0,537$. В ФБР №1 и №3 скорость поглощения CO_2 была ниже и составила – $0,187 \text{ гр} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ и $0,125 \text{ гр} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ соответственно.

Таким образом, для эффективного поглощения углекислого газа микроводорослями *Chlorella kessleri* целесообразно поддерживать температуру на уровне около $25 \pm 1^\circ\text{C}$, что позволит обеспечить максимальную производительность процесса и увеличить экономическую и экологическую эффективность использования микроводорослей в биотехнологиях.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-17-20004).

ЛИТЕРАТУРА

1. Gul, A.; Tezcan Un, U. Effect of Temperature and Gas Flow Rate on CO_2 Capture // European Journal of Sustainable Development Research, 2022. – P. em0181.
2. Prasad, R.; Gupta, S.K.; Shabnam, N.; Oliveira, C.Y.B.; Nema, A.K.; Ansari, F.A.; Bux, F. Role of Microalgae in Global CO_2 Sequestration: Physiological Mechanism, Recent Development, Challenges, and Future Prospective // Sustainability, 2021. – P. 13061.
3. Politaeva, N.; Ilin, I.; Velmozhina, K.; Shinkevich, P. Carbon Dioxide Utilization Using *Chlorella* Microalgae // Environments, 2023. – P. 109.

МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ АЛЛЕРГЕНОВ В ДРОЖЖАХ *PICHTIA PASTORIS*

Г.С. Джегер^{1,2}, Д.В. Лукьянов¹, С.В. Коклюшкина¹, В.Н. Большаков^{1,2}

¹ ООО «Вега» ГК «Алкор Био»

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
gdzheger@alkorbio.ru

Введение. Клещи домашней пыли *Dermatophagoides farinae* могут быть причиной тяжелых атопических заболеваний, таких как астма и дерматит [1]. По данным ВОЗ, от аллергии на пыль страдает около 40 % жителей планеты, и в большинстве случаев причиной развития аллергической реакции становятся именно пылевые клещи [2].

Цель исследования – получить штамм дрожжей *Pichia pastoris*, экспрессирующий рекомбинантный аллерген Der f2, для дальнейшего использования полученного белка в иммунодиагностике аллергии на клещей домашней пыли.

Материалы и методы. Ключевыми этапами в получении аллергена являлись: 1) анализ научной литературы по теме работы; 2) дизайн экспрессионного вектора, кодирующей рекомбинантный аллерген Der f2 и оптимизированного для экспрессии в дрожжах, и заказ его синтеза в сторонней компании; 3) наработка полученного экспрессионного вектора в клетках *E. coli* и его очистка; 4) электротрансформация линейаризованным экспрессионным вектором клеток *P. pastoris*; 5) отбор трансформированных клонов с на селективной среде с антибиотиком; 6) экспрессия целевого белка в специализированных средах с индукцией метанолом; 7) анализ экспрессии с помощью метода вестерн-блоттинга.

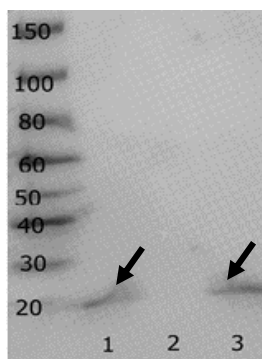


Рисунок 1 – Результаты анализа методом вестерн-блоттинга

Справа-маркер молекулярного веса 20-150 кДа; дорожки 1-3 соответствуют штаммам-продуцентам №1-№3. Стрелками показаны окрашенные белки нужной молекулярной массы.

Результаты и выводы. Анализ культуральной жидкости после экспрессии белка методом вестерн-блоттинга представлен на рисунке 1. В двух из трех проанализированных клонов была выявлена экспрессия белка, молекулярная масса которого соответствует молекулярной массе целевого получаемого аллергена. Таким образом, нами получены штаммы-продуценты (№1 и №3), экспрессирующие белок Der f2. В дальнейшем рекомбинантный белок предстоит очистить от посторонних белков и низкомолекулярных соединений методами хроматографии и оценить качество проведенной очистки с целью дальнейшего применения рекомбинантного белка в иммуноферментном анализе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. О рекомендациях, как бороться с клещами домашней пыли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/> – Дата обращения: 18.03.2025.
2. Всемирная организация здравоохранения. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы: справочное медицинское издание / Всемирная организация здравоохранения; перевод с англ. под ред. А.Г. Чучалина. – М.: «Издательский дом «Атмосфера», 2007. – 107 с.

РОЛЬ ВНУТРЕННИХ КОНТРОЛЕЙ В ПЦР-ДИАГНОСТИКЕ: ЭНДОГЕННЫЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ КОНТРОЛИ КАК ОСНОВА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ

А.В. Лисок^{1,2}, Ю.К. Носова¹, М.А. Кирсанов¹, К.А. Беленко¹, В.Н. Большаков^{2,3}

¹ ООО «Компания Алкор Био»

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

³ ООО «Вега» ГК «Алкор Био»

г. Санкт-Петербург, Россия

alisok@alkorbio.ru

Важным методологическим подходом при анализе нуклеиновых кислот (НК) методами ПЦР диагностики является использование внутреннего контрольного образца (ВКО), который позволяет отслеживать правильность выполнения процедур, начиная от сбора биоматериала и заканчивая выделением НК и их анализом. В зависимости от задач исследования, применяются различные типы ВКО. Эндогенный ВКО изначально присутствует в исследуемом образце, что делает его идеальным инструментом для оценки качества преаналитического этапа сбора, транспортировки и выделения НК биоматериала [1]. Экзогенный ВКО добавляется в биоматериал на этапе пробоподготовки, что позволяет более точно контролировать процессы выделения и амплификации НК [2]. Совместное использование экзогенных и эндогенных внутренних ВКО в мультиплексных ПЦР-системах обеспечивает комплексный контроль качества на всех этапах молекулярно-диагностического исследования и обеспечивает достоверность результатов за счет минимизации риска ложноотрицательных результатов.

Цель исследования: создать систему эндогенного и экзогенного ВКО для анализа биоматериалов человека методом мультиплексной ПЦР в реальном времени.

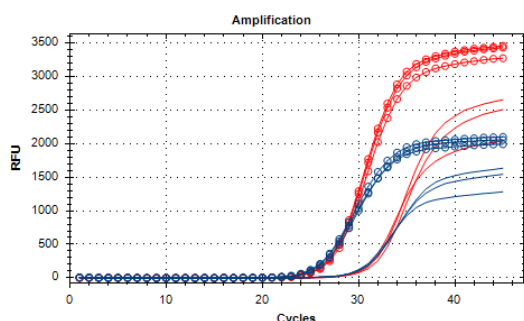


Рисунок 1 – Кривые амплификации в результате ПЦР

Ген В2М (синий цвет), экзогенный ВКО (красный цвет), высокое (круглый маркер) и низкое (без маркера) содержание соответствующих ДНК-матриц в реакции.

Материалы и методы: при проведении исследований был использован набор для выделения МагноПлюс-НК-Био (ГК Алкор Био, Россия). В качестве системы эндогенного внутреннего контроля использовали праймеры и флуоресцентные зонды для детекции ДНК гена В2М человека, в качестве системы экзогенного внутреннего контроля использовали праймеры и флуоресцентные зонды для детекции фрагмента ДНК *Brassica oleracea* var. *capitata* L. Эксперименты проводили с использованием амплификатора и программного обеспечения CFX96 Touch (Bio-Rad Laboratories, США).

Результаты и обсуждение: Полученные результаты представлены на рисунке 1. Показано, что после оптимизации обе системы контроля работают в единой реакционной смеси без взаимного влияния на

специфичность и чувствительность детекции, и могут быть использованы для анализа биоматериалов человека методом мультиплексной ПЦР в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith, J. Quality Control in Molecular Diagnostics: The Role of Exogenous Internal Controls / J. Smith, A. Brown, C. Davis // Journal of Molecular Biology. - 2020. - V. 45, - № 3. - P. 123-134.
2. Taylor, R. The Role of Endogenous Internal Controls in PCR-Based Assays / R. Taylor, P. Wilson // Molecular Diagnostics. - 2021. - V. 12, - № 2. - P. 45-52.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ НАБОРОВ

А.В. Марочкович^{1,3}, О.А. Нагаева¹, А.С. Крылова¹, Е.А. Пензенцева¹, В.Н. Большаков^{2,3}

¹ ООО «Компания Алкор Био»

² ООО «Вега» ГК «Алкор Био»

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
aperchik@alkorbio.ru

При разработке наборов реагентов для молекулярной диагностики, в том числе наборов для выделения нуклеиновых кислот (НК), не всегда возможно работать с натуральными биобразцами (например, плазма или цельная кровь). Эту проблему возможно решать путем использования модельных систем - искусственных жидкостей, максимально приближенных по своему составу и характеристикам к натуральным биоматериалам. Такие системы также позволяют контролировать влияние различных интерферентов на результаты выделения НК.

Кроме того, для создания количественных наборов и определения их аналитических характеристик важно знать, какое количество НК находится в биоматериале. И если количество ДНК еще можно рассчитать теоретически, то количество различных типов РНК рассчитать невозможно, так как процесс транскрипции зависит от многих факторов.

Таким образом, на начальных этапах разработки для определения эффективности выделения НК из биоматериала предпочтительно использовать модельные системы, в которых разработчик изначально будет контролировать не только наличие ингибиторов и интерферентов, но и количество НК.

В докладе будут рассмотрены некоторые аспекты использования модельных систем при разработке набора для выделения РНК для последующего анализа низкомолекулярных РНК для клинко-диагностических целей:

1. Особенности процесса приготовления искусственной плазмы и крови человека. Обычно состав искусственной плазмы воссоздает ионный состав плазмы крови человека и ее рН [1-2]. Для создания искусственной крови к плазме необходимо добавить белки, липиды и другие компоненты. При добавлении компонентов крови оказалось необходимым контролировать обильное пенообразование за счет подбора различных пеногасителей.

2. Отработка технологии синтеза искусственных низкомолекулярных РНК (микроРНК). Несмотря на то, что в настоящее время синтез олигонуклеотидов широко применяется в промышленных целях, единого протокола синтеза не существует [3]. Подбор условий синтеза осуществляется на конкретном оборудовании с использованием реагентов определенной квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Marques, M.R.C. Simulated biological fluids with possible application in dissolution testing / Marques, M.R.C.; Loebenberg, R.; Almukainzi, M. // Dissolut. Technol. 2011. – №18. – P. 15–28.
2. Rezaei, Y. Synthesis, characterization, and in vitro bioactivity of sol-gel-derived SiO₂–CaO–P₂O₅–MgO–SrO bioactive glass. / Rezaei, Y.; Moztaezadeh, F.; Shahabi, S.; Tahriri, M. // Synth. React. Inorg. M 2014. – №44 – P. 692–701.
3. Оптимизация технологии получения направляющих РНК на планшетном автоматическом синтезаторе / Е. А. Улащик [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2022. – Т. 58, № 4. – С. 398–406.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ НАНОВЕЗИКУЛ ПРИ РАКЕ ЖЕЛУДКА

А.К. Мережко¹, Т.В. Шаронова², О.Б. Иванченко¹

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

² ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова»

г. Санкт-Петербург, Россия

merezhko.ak@edu.spbstu.ru

Актуальность. Внеклеточные нановезикулы (ВНВ) — это мембранные образования размером 50-150 нм, секретируемые клетками организма. Исследования показали, что ВНВ могут быть использованы в качестве мультимолекулярных биомаркеров для ранней диагностики и мониторинга течения онкологических заболеваний, так как отражают функциональное состояние ткани или органа, из которых были выделены [1]. Для изучения тотальной популяции везикул была создана аналитическая система AuNP-аптасенсор, в которой используются наночастицы золота (AuNPs), обладающие обратимо угнетаемой фермент-миметической активностью. ДНК-аптамеры способны связываться с AuNPs и вследствие этого ингибировать их активность. В случае присутствия опухолевых биомаркеров на поверхности ВНВ, аптамеры вступают с этими белковыми молекулами в специфическое взаимодействие, вследствие чего активность AuNPs возобновляется и ее оценивают методом колориметрии [2]. Исследования в данной области предполагают внедрение технологии AuNP-аптасенсора в повседневную клиническую практику.

Цель работы. Выявление диагностического потенциала внеклеточных нановезикул при раке желудка (РЖ) с помощью технологии AuNP-аптасенсора.

Материалы и методы исследований. Выделение ВНВ производили из плазмы крови здоровых доноров и пациентов с раком желудка. Изоляция везикул выполнена с помощью двухфазной полимерной системы: метод основан на распределении ВНВ и белков плазмы в разных фазах растворов полимеров (в декстране и полиэтиленгликоле соответственно). Наличие везикулярных опухолевых биомаркеров, характерных для рака желудка, исследовали с помощью технологии AuNP-аптасенсора.

Результаты исследования. Результаты AuNP-аптасенсора выражались в процентах от рабочего диапазона системы (разница между максимальным и минимальным уровнем фермент-миметической активности AuNP). Ответ AuNP-аптасенсора для выборки из 5 доноров в среднем составил 8%, а для 5 пациентов с РЖ — 40%.

Заключение. Результаты исследования демонстрируют значительное взаимодействие ДНК-аптамеров с ВНВ пациентов в отличие от ВНВ доноров. Изучение везикулярных молекул и специфичности анализируемых аптамеров является целью дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lorite, P., Domínguez, J.N., Palomeque, T., Torres, M.I. Extracellular Vesicles: Advanced Tools for Disease Diagnosis, Monitoring, and Therapies. Int J Mol Sci. 2024 Dec 29;26(1):189. doi: 10.3390/ijms26010189.
2. Slyusarenko, M., Shalaev, S., Valitova, A., Zabegina, L., Nikiforova, N., Nazarova, I., Rudakovskaya, P., Vorobiev, M., Lezov, A., Filatova, L., et al. AuNP Aptasensor for Hodgkin Lymphoma Monitoring. Biosensors 2022, 12, 23. <https://doi.org/10.3390/bios12010023>

ИНТЕГРАЦИЯ ЭКЗОГЕННОГО ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ В МУЛЬТИПЛЕКСНУЮ СИСТЕМУ ДЕТЕКЦИИ МУТАЦИИ *F508DEL* В ГЕНЕ *CFTR*

О. Образцова^{1,2}, А.С. Мороз^{1,2}, О.А. Семичева^{1,2}, В.Н. Большаков^{1,2}, Е.Б. Аронова²

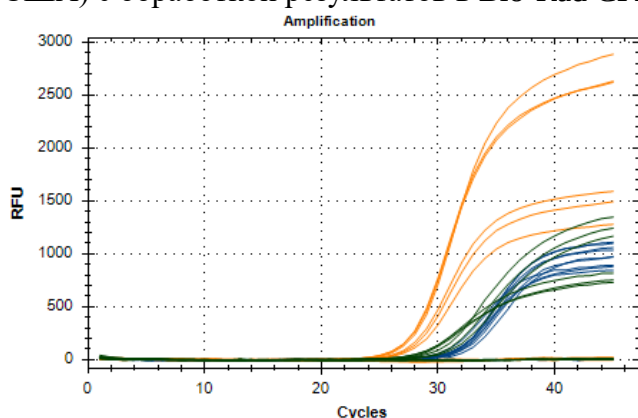
¹ ООО «Вега» ГК «Алкор Био»

² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
obraztsova.o@edu.spbstu.ru

Для избегания ложноотрицательных результатов при проведении молекулярной диагностики с использованием ПЦР необходимо удостовериться в том, что выделение нуклеиновых кислот было произведено качественно и в реакции отсутствуют ингибиторы. Для этого перед началом исследования к экспериментальным образцам добавляют внутренний контрольный образец (ВКО). ВКО – это любой препарат ДНК, отличный от целевой мишени [1]. При интеграции праймеров и зонда ВКО в мультиплексную реакцию необходима оптимизация компонентов, так как амплификация ВКО не должна конкурировать с амплификацией целевой последовательности за компоненты реакции.

Цель работы – подбор оптимальной концентрации компонентов системы ВКО с мультиплексной системой для детекции нормальной *F508del*⁺ и мутантной *F508del*⁻ аллелей, исключающей ингибирование целевой амплификации.

Материалы и методы. Было проведено титрование праймеров и зонда ВКО в концентрациях от 10 пм до 1 пм суммарно и праймеров и зондов системы *F508del* в концентрациях от 10 пм до 25 пм по отдельности. В качестве матрицы для амплификации были использованы образцы ДНК концентрацией <1 нг на реакцию генотипов *F508del*⁺/*F508del*⁺, *F508del*⁻/*F508del*⁻, *F508del*⁺/*F508del*⁻ и образец ДНК ВКО (искусственно синтезированный фрагмент ДНК). В качестве отрицательного контроля была использована деионизированная вода. Для проведения ПЦР в реальном времени использовался амплификатор CFX96 Touch (Bio-Rad, США) с обработкой результатов в Bio-Rad CFX Maestro Software.



**Рисунок 1 – Результаты ПЦР
в реальном времени**

Оранжевые кривые – присутствие *F508del*⁺ аллели, зеленые кривые – присутствие *F508del*⁻ аллели, синие кривые – образец ВКО

Результаты и их обсуждение.

В результате были выбраны следующие оптимальные значения концентраций в реакции: праймеров *F508del* – 15 пм, зонда для определения *F508del*⁺ аллели – 15 пм; зонда для определения *F508del*⁻ аллели – 22.5 пм; праймеров и зонда ВКО – суммарно 5 пм. Результаты амплификации системы представлены на рис. 1. В отрицательном контроле детекция флуоресценции не наблюдается.

Закключение. В ходе работы путем титрования праймеров и зондов удалось достичь условий, при которых амплификация ВКО не конкурирует с амплификацией целевого фрагмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы полимеразной цепной реакции (ПЦР). Методическое пособие. М.: ДНК-технология., 2012. URL: https://www.dna-technology.ru/sites/default/files/pcr_a5_083-4.pdf (дата обращения: 05.03.2025).

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕТЛЕВОЙ АМПЛИФИКАЦИИ С КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ ДЕТЕКЦИЕЙ ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

О.А. Семичева^{1,2}, В.С. Федорова¹, А.С. Мороз^{1,2}, В.Н. Большаков^{1,2}

¹ «ООО Вега» ГК «Алкор Био»

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия
osemicheva@alkorbio.ru.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) с момента её открытия в 1983 г. остается одним из ключевых методов молекулярно-генетической диагностики, благодаря высокой аналитической и диагностической чувствительности и специфичности, а также возможности количественного анализа. Однако, проведение ПЦР анализа занимает достаточно много времени (до 75-90 мин), требует дорогостоящих термоциклических амплификаторов, специально организованной лаборатории и квалифицированного персонала, что ограничивает её более широкое использование. Поэтому еще с 1990-х годов проводились работы по созданию изотермических методов амплификации, вдохновленных природной репликацией ДНК, которые бы не требовали специальных условий. Среди них наиболее распространённой стала изотермическая петлевая амплификация (LAMP), разработанная Нотоми в 2000 г.: этот метод обеспечивает высокую специфичность и быстрое накопление целевых ампликонов до детектируемого количества при постоянной температуре 60-65°C в среднем за 15-45 мин [1].

Важным преимуществом LAMP является возможность визуальной оценки результатов реакции – колориметрическая детекция. Наиболее перспективными веществами для колориметрической детекции являются рН-индикаторы, которые при добавлении в реакцию демонстрируют контрастные цветовые переходы в результате амплификации. Например, в работе [2] использовали феноловый красный в LAMP тест-системе для выявления *Salmonella spp.* в курином мясе. За время амплификации 40 мин аналитическая чувствительность тест-системы составила 10 КОЕ/мкл, что сопоставимо с результатами ПЦР в реальном времени. В другой работе [3] использовали крезоловый красный в LAMP тест-системе для выявления *Salmonella* в образцах мяса уток и кур, причем за 40 мин амплификации аналитическая чувствительность теста была аналогична таковой метода ПЦР ($7,3 \times 10^1$ КОЕ/мл), а при анализе 61 образца LAMP показал 3 ложноотрицательных результата, тогда как ПЦР – 18.

Таким образом, LAMP с визуальной колориметрической детекцией является эффективной альтернативой ПЦР, позволяющей значительно упростить процедуру и сократить время анализа, снизить требования к оборудованию и квалификации персонала, что делает этот метод перспективным для более широкого применения в обеспечении микробиологической безопасности пищевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shirshikov, F.V. Loop-Mediated Isothermal Amplification: From Theory to Practice / F. V. Shirshikov, J. A. Bespyatykh // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. - 2022. – V. 48. – №. 6. – P. 1159–1174.
2. Skenndri, S. Colorimetric LAMP Assay for *Salmonella spp.* Detection: Towards a DNA Extraction-Free Approach for Pathogen Screening / S. Skenndri [et al.] // Foods, 2025. –V. 14. – 521 p. <https://doi.org/10.3390/foods14030521>.
3. Wen, J. A rapid novel visualized loop-mediated isothermal amplification method for *Salmonella* detection targeting at *fimW* gene / J. Wen [et al.] // Poultry Science, 2020. – V. 99. – P. 3637-3642. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.045>.

СОДЕРЖАНИЕ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Атаев М., Жилинская Н.Т., Косульников Ю.В. Подбор модифицированных питательных сред для производства биопрепаратов на основе бактерий <i>Rhizobium leguminosarum</i>	7
Балтабаев Т., Иванова С.А., Змитриченко Ю.Г., Жилинская Н.Т. Оценка содержания восстановленного глутатиона и малонового диальдегида в куриной печени.....	8
Брянкина А.К., Меронюк К.И., Устинская Я.В., Темнов М.С., Дворецкий Д.С. Низкочастотный ультразвук и его влияние на процесс культивирования микроводоросли <i>Chlorella</i>	9
Воробьева Н.С., Белокурова Е.С. Исследование влияния соматических клеток на ферментацию молока.....	10
Грибков А.А., Большаков В.Н. Влияние различных концентраций глюкозы на продуктивность клеток млекопитающих в культуре.....	11
Ермилов Ф.К., Кульминская А.А., Сизова И.А. Конструирование штамма <i>Komagataella phaffi</i> – продуцента кутиназы из <i>Aureobasidium pullulans</i> для эффективной деградации поликапролактона.....	12
Иванова С.А., Башкатова Е.В., Точильников Г.В., Жилинская Н.Т. Сравнительный анализ <i>in silico</i> содержания восстановленного глутатиона в тканях печени мышей и крыс.....	13
Киреева А.М., Барашков А.Е., Жилинская Н.Т. Влияние органических кислот на биосинтез ксантана бактериями <i>Xanthomonas campestris</i>	14
Климцева А.Е., Головкина Д.А., Евстюхина Т.А., Кульминская А.А., Почкаева Е.И. Определение биохимических параметров рекомбинантной альфа-амилазы из <i>Bacillus</i> sp., экспрессируемой в дрожжах <i>S. cerevisiae</i>	15
Латина Д.Е., Севастьянова А.Д. Влияние ультразвуковой обработки на экстракцию фенольных соединений из скорлупы кедрового ореха.....	16
Лю Ц., Гунькова П.И., Жилинская Н.Т. Морфологическая оценка физиологической активности дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , используемых для производства спиртосодержащего рисового напитка.....	17
Мальцева А.А., Белокурова Е.С. Оценка бактерицидных свойств эфирных масел при санации воздуха помещений.....	18
Матророва А.В., Мунтян В.С., Румянцева М.Л., Болотникова О.И. Молекулярно-биологический и биоинформационный анализ антифаговой системы защиты <i>Sofic</i> клубеньковых бактерий рода <i>Sinorhizobium</i>	19
Мензорова Я.А., Алкубелат Р.С., Миронов М.А. Получение сетчатых коллоидосом на основе полисахаридов.....	20
Ментова А.А. Адаптация синтетической питательной среды с аминокислотами для культивирования <i>Streptomyces imbricatus</i>	21
Мошкина Н.Е. Растительная клеточная стенка как мишень для генной инженерии: ретроспектива и перспективы.....	22
Нарыкина А.М., Иванченко О.Б., Торощина А.В., Конев А.Ю. Отработка метода секвенирования по Сэнгеру в изучении репарации двунитевых разрывов ДНК.....	23

Нур Ш.А., Гайбуллаев О., Данагулян Г.Г., Бродская А.В. Оценка антибактериальной активности азолозинов.....	24
Павлов Д.Ю., Жилинская Н.Т. Оптимизация технологии культивирования продуцента моноклонального антитела.....	25
Патронова Е.К., Ильин Е.А., Филатов В.А. Оценка потенциала экстракта <i>Crataegus sanguinea</i> в качестве растительного анксиолитика и антиоксиданта.....	26
Попова Д.О., Кирюшкин А.С., Ильина Е.Л., Иванченко О.Б. Изучение экспрессии флуоресцентного белка Mbaoj1 в растительных тканях.....	27
Румянцева О.А., Косильников Ю.В., Аронова Е.Б. Оценка антагонистической активности микроорганизмов из сапропеля для ингибирования фитопатогенов.....	28
Русакова А.В., Колодязная В.А. Изучение влияния состава питательной среды на образование джозамицина при лабораторном культивировании продуцента.....	29
Синяпкина П.А., Кирюшкин А.С., Ильина Е.Л. Изучение экспрессии флуоресцентного белка Electra 1 в растительных тканях.....	30
Сюй Х., Базарнова Ю.Г., Чжао Ф. Исследование методов экстракции и очистки бетулина из природного растительного сырья.....	31
Тостановский Г.С. Коррекция профиля гликозилирования моноклонального антитела на этапе культивирования клеток СНО.....	32
Хайруллина А.Ф., Хабибрахманова В.Р., Минибаева Ф.В. Характеристика физико-химических свойств, структурной организации и биологической активности меланина лишайника <i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) hoffm.....	33

БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Micić D., Đurović S., Kojić I., Smyatskaya Y.A., Skhvediani A.E., Vasin A.V. Microwave-assisted extraction of <i>Satureja hortensis</i> L.: a neural network optimization study.....	35
Micić D., Đurović S., Kojić I., Smyatskaya Y.A., Skhvediani A.E., Vasin A.V. Response surface methodology optimization of the microwave-assisted extraction of summer savory (<i>Satureja hortensis</i> L.).....	36
Антонова В.Д., Ганчева М.С., Чеботарь В.К. Методология сборки генома эпифитной бактерии <i>Bacillus safensis</i> CAP07D, изолированной с семян <i>Chenopodium album</i> L.....	37
Архипов М.В., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Конончук А.П., Базарнова Ю.Г. Ранняя оценка хозяйственной пригодности зерна на основе цифровой системы оперативного досмотра скрытой поврежденности и аномальности зерновки.....	38
Венедиктова А.Р., Ерофеева А.В., Чижевская Е.П., Пищик В.Н. Изучение антифунгальных свойств эпифитных бактерий <i>Aegilops</i> sp. в отношении <i>Fusarium oxysporum</i>	39
Войнов А.А., Кулешова Т.Э., Карманова О.И., Гасиева З.А., Якушина В.Д., Панова Г.Г. Исследование влияния экстрактов из корней салата на прорастание семян фитотест-объектов.....	40
Воронина А.А., Кудрявцев Д.В., Борцова О.А., Пищик В.Н. Анализ агрономически полезных свойств бактериальных штаммов, ассоциированных с филлосферой <i>Alhagi pseudalhagi</i>	41
Волкова Е.Н., Спиридонова М.В. Улучшение питания путем биообогащения растений.....	42
Глушенкова О.Е., Игнатов А.Н. Подавление бактериальной гнили салата (возб. <i>Pectobacterium</i> spp.) бактериями-антагонистами <i>Pseudomonas koreensis</i> и <i>Streptomyces malachitospinus</i> при гидропонном выращивании.....	43

Горбунова М.К., Козлова А.П., Румянцева М.Л. Литическая активность ризобифагов из почв агроценозов.....	44
Дарханова А.М., Сынгеева Э.В., Ламажапова Г.П. Исследование влияния концентрации экстрагента на содержание флавоноидов в экстрактах листьев малины.....	45
Дмитриева А.Ю., Кудряшова Т.Р. Хлорелла и молочная сыворотка как биостимуляторы роста <i>Avena sativa</i>	46
Дмитриева А.Ю., Кудряшова Т.Р., Иванченко О.Б. Влияние сроков хранения на овес посевной голозерный.....	47
Жигулин А.Д., Кузнецова Т.А., Прияткин Н.С., Сорокопудов В.Н. Исследование влияния стимуляторов роста на всхожесть семян <i>Sorbus aucuparia</i> после холодовой стратификации.....	48
Зиновьев Н.П., Кулешова Т.Э., Карманова О.И., Вертебный В.Е., Богданова Я.И., Хомяков Ю.В. Способы получения биоугля из растительных остатков от выращивания огурцов в интенсивной светокультуре.....	49
Исаков С.Д., Андреева Е.А., Болотникова О.И., Богомаз Д.И. Повышение синтеза антоцианов во втором поколении растений <i>Linaria maroccana</i> , трансформированных <i>Agrobacterium rhizogenes</i>	50
Клюбина А.В., Шаварда А.Л., Берестецкий А.Л. Изучение действия пинолидоксина на растения гороха посевного с помощью метаболомного подхода.....	51
Кудряшова Т.Р., Крюков А.А., Юрков А.П. Разработка предиктивного метода оценки эффективности стимуляторов роста растений на основе грибов арбускулярной микоризы.....	52
Курышева Д.М., Гальченко С.В., Чердакова А.С. Бактерии рода <i>Bacillus</i> против нематоды <i>Turbatrix aceti</i>	53
Кузьмин И.В., Баженова И.А., Иванова Ю.В., Хомяков Ю.В. Оценка амилазной активности спонтанных эгилопсо-пшеничных гибридов вида <i>Aegilops kotschyi</i> boiss. (2N = 28, геном SU) колориметрическим методом.....	54
Левчук О.Р., Коплевская Д.М., Самохина Е.Ю. Экстракция фенольных веществ из биомассы <i>Nannochloris</i> sp. <i>naumann</i> IPPAS C-1509.....	55
Левчук О.Р., Коплевская Д.М., Самохина Е.Ю., Базарнова Ю.Г. Фенольные соединения <i>Nannochloris</i> sp. <i>naumann</i> IPPAS C-1509.....	56
Левчук О.Р., Самохина Е.Ю., Коплевская Д.М., Базарнова Ю.Г. Антиоксидантная активность биомассы <i>Nannochloris</i> sp. <i>naumann</i> IPPAS C-1509.....	57
Мартыненко Н.М., Иванова Ю.В., Баженова И.А., Легаев А.К. Анализ запасного белка глиадина в спонтанно эгилопсо-пшеничных гибридах и их материнских формах вида <i>Aegilops trivialis</i> migusch. et chak. (2N=42, геном DDDMM) электрофоретическим методом.....	58
Маринин В.А., Баженова И.А., Иванова Ю.В., Шеленга Т.В. Определение содержания белка в зерне спонтанных плодовых эгилопсо-пшеничных гибридов вида <i>Aegilops biuncialis</i> vis. методом Кьельдаля.....	59
Мещалкина С.К., Гальченко С.В., Чердакова А.С. Аборигенные фосфатмобилизирующие микроорганизмы почв рязанской области.....	60
Мухтарова У.Т., Базарнова Ю.Г. Влияние фитогормонов на всхожесть и рост <i>Mediasia macrophylla</i>	61
Несмеянова В.А., Иванченко О.Б., Вертебный В.Е. Накопление нитратов в листьях салата на разных фонах минерального питания.....	62

Никандров М.А., Балабаев А.А. Влияние интенсивности света на динамику роста клеток <i>Chlorella vulgaris</i> beijer.....	63
Озеров А.А., Смятская Ю.А. Влияние сорта зерна пшеницы на динамику вылета <i>Sitotroga cerealella</i>	64
Озеров Н.А., Прияткин Н.С., Мусаев Ф.Б., Семёнов А.Ж. Применение методов цифровой морфометрии для анализа семян моркови.....	65
Попова Е.А., Кригер О.В. Повышение биосинтетической активности каллусной культуры <i>Hyssopus officinalis</i> L. в ответ на солевой стресс.....	66
Павшок К.И., Вертебный В.Е., Гурова Т.А. Влияние некорневой обработки гуминовым препаратом, выделенным из сапропеля на активность пероксидазы в проростках яровой пшеницы.....	67
Родыгина Ю.К., Худяева М.В., Ерофеева А.В., Чеботарь В.К. Скрининг эндофитных бактерий семян яровой пшеницы и ярового рапса – продуцентов ферментов.....	68
Самохина Е.Ю., Левчук О.Р., Коплевская Д.М., Базарнова Ю.Г. Анализ полисахаридов в биомассе <i>Nannochloris</i> sp. <i>naumann</i> IPPAS C-1509.....	69

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ НУТРИЦИОЛОГИЯ

Алраджа И.Ф., Тимохина А.А., Москвичев А.С. Перспективы использования культуры <i>L. sakei</i> при производстве пастеризованных консервов из мяса птицы в йогуртовом соусе.....	71
Бирюкова М.А., Брагина С.А., Лосева М.Е., Панкина И.А. Исследование титруемой кислотности как показателя свежести молока.....	72
Болхонов Б.А., Жамсаранова С.Д., Тумурова Т.Б., Шалбуев Д.В. Коллаген-цинковые комплексы: компьютерное моделирование и экспериментальная оценка биодоступности.....	73
Василевская И.А., Елисеева С.А. Посол деликатесной рыбной продукции с использованием дигидрокверцетина.....	74
Голубев А.А. Моделирование окислительной стабильности сливочного масла с экстрактом шалфея.....	75
Добрина И.А., Тимошенкова И.А. Разработка высокотехнологичной линии производства гипоаллергенных злаковых батончиков для специализированного питания.....	76
Ершова П.А., Москвичева Е.В., Гунькова П.И. Применение нетрадиционного растительного сырья в производстве мясных паштетов.....	77
Иванов В.В. Применение растительных соединений в специализированных продуктах для онкобольных.....	78
Иноятова Л.И., Елисеева С.А. Влияние микрокапсулирования на содержание беталаиновых пигментов в свекольной икре.....	79
Казарецкая Е.Е., Трухина Е.В., Киреева М.С. Оценка качества бельгийских вафель, выработанных из многокомпонентной сухой смеси.....	80
Карманов И.А., Быченкова В.В. Оценка продукта здорового питания как аналога традиционной снековой продукции.....	81
Каштан Е.А., Вертебный В.Е., Гурова Т.А. Изменение содержания витамина С в зеленных культурах при разных режимах высушивания.....	82
Киреева М.С., Елисеева С.А. Формирование потребительских свойств хлебобулочных изделий с добавкой съедобных лишайников.....	83
Кириллов Д.Е., Барсукова Н.В. Исследование процесса замораживания полуфабрикатов из теста для пиццы.....	84
Колесникова В.Д., Елисеева С.А. Снижение соли пищевой в мучных сдобных изделиях для детей.....	85

Кудрова М.П., Трухина Е.В. Обоснование технологических режимов приготовления тыквы в рецептуре пастильных изделий.....	86
Кучер А.С., Денисик Т.М. Влияние фитокомпозиции на некоторые показатели качества хлебобулочных изделий.....	87
Лунгу Т.М. Исследование выделения полисахаридов из слоев <i>Cetraria islandica</i>	88
Микшина П.В., Харина М.В., Никитина Е.В. Интенсификация биосинтеза экзополисахаридов молочнокислыми бактериями.....	89
Невская Т.В. Определение общего содержания липидов в диатомовых водорослях рода <i>Navicula</i>	90
Несмелова С.В., Базарнова Ю.Г. Исследование динамики конвективной сушки плодов <i>Ziziphus jujuba</i> mill.....	91
Озеров Н.А., Кузнецова Т.А. Использование амарантового чая в технологии напитка брожения на основе <i>Medusomyces gisevi</i>	92
Павлова О.В., Колесник И.М., Трусова М.М. Бактерицидный и фунгицидный потенциал хитозана.....	93
Панина Е.В., Курчаева Е.Е. Получение порошкообразных полуфабрикатов из субпродуктов крупного рогатого скота.....	94
Певзнер А.А., Киреева М.С., Трухина Е.В. Перспективы использования альтернативного сырья в технологии пастильных изделий.....	95
Плотникова Е.Р., Тимошенкова И.А. Исследование скорости замораживания полуфабриката в	
Юдлесных М.И., Елисеева С.А. Функциональный напиток, обогащенный витамином С, для спортсменов легкоатлетов.....	97
Рашитова К.И., Колесник И.М., Павлова О.В., Осмоловская О.М., Трусова М.М. Бактерицидный и фунгицидный потенциал модифицированного наночастицами хитозана....	98
Рождественская Л.Н. Формирование показателей, входящих в индекс оценки качества рациона питания.....	99
Рябий Н.Н., Елисеева С.А. Использование культуральной жидкости <i>Medusomyces gisevi</i> в технологии мучных изделий из дрожжевого сдобного теста.....	100
Себелева Д.Р., Кузнецова Т.А. Использование кокосовой добавки в технологии напитка брожения на основе молочного гриба <i>Zoogloea</i>	101
Седавкина А.О., Быченкова В.В. Разработка функционального продукта из пшеничной обойной муки с повышенным содержанием микронутриентов.....	102
Капралов С.В., Симакова И.В., Идрисов Р.И., Стрижевская В.Н., Кривошеев С.И., Симакова М.А., Бучарская А.Б., Марадудин М.С., Воронин А.В., Русанова Е.П., Федонников А.С., Xu Z.B., Hang X.Q., Киселев А.Р. Влияние нового продукта энтерального питания с пробиотиком в комплексной терапии тяжелых послеоперационных пациентов.....	103
Смагин А.Д., Смоленцева А.А. Применение ультразвука в технологии напитков на зерновой	
Соколова Е.В., Максименко Ю.А. Исследование распылительной сушки экстракта Володковского корня.....	105
Староверова А.Н., Смоленцева А.А. Выбор технологии производства крекера с <i>Laminaria japonica</i>	106
Титова И.М., Белова М.П. Обоснование рецептур блюд из водных биоресурсов для плавсостава научно-исследовательских судов.....	107
Федорова Е.Л., Москвичев А.С., Москвичева Е.В. Влияние антимикробных пептидных композиций на качество малосоленого филе форели.....	108

Федосеева М.А., Барсукова Н.В. Разработка технологии песочного полуфабриката для диабетического пирожного.....	109
Чеглакова И.А. Развитие нового направления биологически активные добавки к пище в группе компаний «Алкор Био».....	110
Чернов М.М. Перспективы использования риса в качестве углеводной составляющей для приготовления соевого соуса методом ферментации.....	111
Чжао Ф., Сюй Х., Базарнова Ю.Г. Применение бактериоцинов в пищевой промышленности.....	112
Чистяков Е.Д., Смоленцева А.А. Исследование функционально-технологических свойств ингредиентов парфе из печени индейки.....	113
Ширяев В.А., Яковченко Н.В. Разработка технологии получения ферментированного напитка на рисовой основе.....	114
Хатко З.Н., Колодина Е.М., Кудайнетова С.К. Исследование влияния комбинаций пектинов и коллагена на комплексообразующую способность их водных растворов.....	115
Яницкевич-Ушакова А.М., Трухина Е.В., Сафонова Э.Э. Разработка сбалансированного рациона для спортсменов сложнокоординационных видов спорта.....	116

ПРИРОДООХРАННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ

Барашков А.Е., Киреева А.М., Жилинская Н.Т., Трубин И.И. Влияние сульфата цинка на рост и устойчивость <i>Deinococcus radiodurans</i>	118
Белик Е.С. Биоуголь из микроводорослей, насыщенных углекислым газом.....	119
Вельможина К.А. Влияние питательных веществ на процесс поглощения углекислого газа микроводорослями.....	120
Верюжская О.В., Севастьянова А.Д. Получение сорбентов из скорлупы миндаля для очистки сточных вод.....	121
Войнов А.А., Панкина И.А. Биотестирование токсичности водных объектов с использованием семян <i>Sinapis alba</i>	122
Галиева Г.Ш., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. Адаптационный потенциал микроводорослей-секвестраторов к стрессовым условиям среды.....	123
Карпенко Л.Ю., Бахта А.А., Никонов И.Н. Биологически активные вещества из бурых водорослей белого моря – для получения биобезопасной продукции птицеводства.....	124
Карпенко Л.Ю., Никонов И.Н., Бахта А.А. Использование микроводорослей хлорелла в кормлении сельскохозяйственных животных для получения экологически чистых продуктов	125
Коплевская Д.М., Левчук О.Р., Самохина Е.Ю., Базарнова Ю.Г. Эффективность применения микроводорослей <i>Nannochloris</i> sp. для декарбонизации водных сред.....	126
Костина А.С., Журавлева А.С. Исследование роста термофильных штаммов бактерий семейства <i>Bacillaceae</i> при температуре 50 °С.....	127
Ланбина А.С., Немчинова Н.И., Политаева Н.А. Биорекультивация почв.....	128
Макарова Е.М., Быченкова В.В. альтернативные способы переработки пищевых отходов в ресторане.....	129
Мельник А.В. Биотехнологический подход к зелёной трансформации.....	130
Монахова С.А., Соколовская Л.Л. Актуальность применения диатомита.....	131
Опарина А.М., Зибарев Н.В., Шукуру Б.Н., Оночи П. Оценка эффективности удаления фосфат-ионов из модельных вод хитозановыми биосорбентами.....	132

Осипова Е.О., Журишкина Е.В., Кульминская А.А. Методика длительного хранения мутантного штамма дрожжей <i>S. cerevisiae</i> 1-tae-1.....	133
Петренко И.Ю. Экстрагирование липидов из биомассы зоопланктона северно-ледовитого океана.....	134
Пятницкая Л.И., Быченкова В.В. Способы применения первичных пищевых отходов на предприятиях общественного питания.....	135
Савина А.В., Чердакова А.С., Гальченко С.В. Совместное использование гуминовых и микробиологических препаратов для биологической переработки отходов бумаги и картона.....	136
Темнов М.С., Меронюк К.И., Устинская Я.В., Брянкина А.К., Свиридова А.Е., Дворецкий Д.С. Исследование процесса очистки сельскохозяйственных сточных вод от антибиотика сульфаметоксазола микроводорослями <i>Chlorella sorokiniana</i> и <i>Parachlorella kessleri</i>	137
Чирик А.С., Малюшина В.Н., Липчанская М.С., Кудряшова Т.Р. Обнаружение фосфатов в почве парка лесотехнической академии.....	138
Шинкевич П.С. Влияние температуры на процесс поглощения углекислого газа микроводорослями.....	139

МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Джегер Г.С., Лукьянов Д.В., Коклюшкина С.В., Большаков В.Н. Получение рекомбинантных аллергенов в дрожжах <i>Pichia pastoris</i>	141
Лисок А.В., Носова Ю.К., Кирсанов М.А., Беленко К.А., Большаков В.Н. Роль внутренних контролей в ПЦР-диагностике: эндогенные и экзогенные контроли как основа достоверности результатов.....	142
Марочкович А.В., Нагаева О.А., Крылова А.С., Пензенцева Е.А., Большаков В.Н. Создание модельных систем как важный фактор при разработке диагностических наборов..	143
Мережко А.К., Шаронова Т.В., Иванченко О.Б. Диагностический потенциал внеклеточных нановезикул при раке желудка.....	144
Образцова О., Мороз А.С., Семичев О.А., Большаков В.Н., Аронова Е.Б. Интеграция экзогенного внутреннего контроля в мультиплексную систему детекции мутации <i>f508del</i> в гене <i>cfr</i>	145
Семичева О.А., Федорова В.С., Мороз А.С., Большаков В.Н. Перспективы использования изотермической петлевой амплификации с колориметрической детекцией для микробиологической безопасности пищевой продукции.....	146

БиоТех–2025

Тезисы докладов
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

8–10 апреля 2025 года

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 25.07.2025. Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 9,75. Тираж 40. Заказ 3467.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного редколлегией,
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.