

125<sup>л</sup>

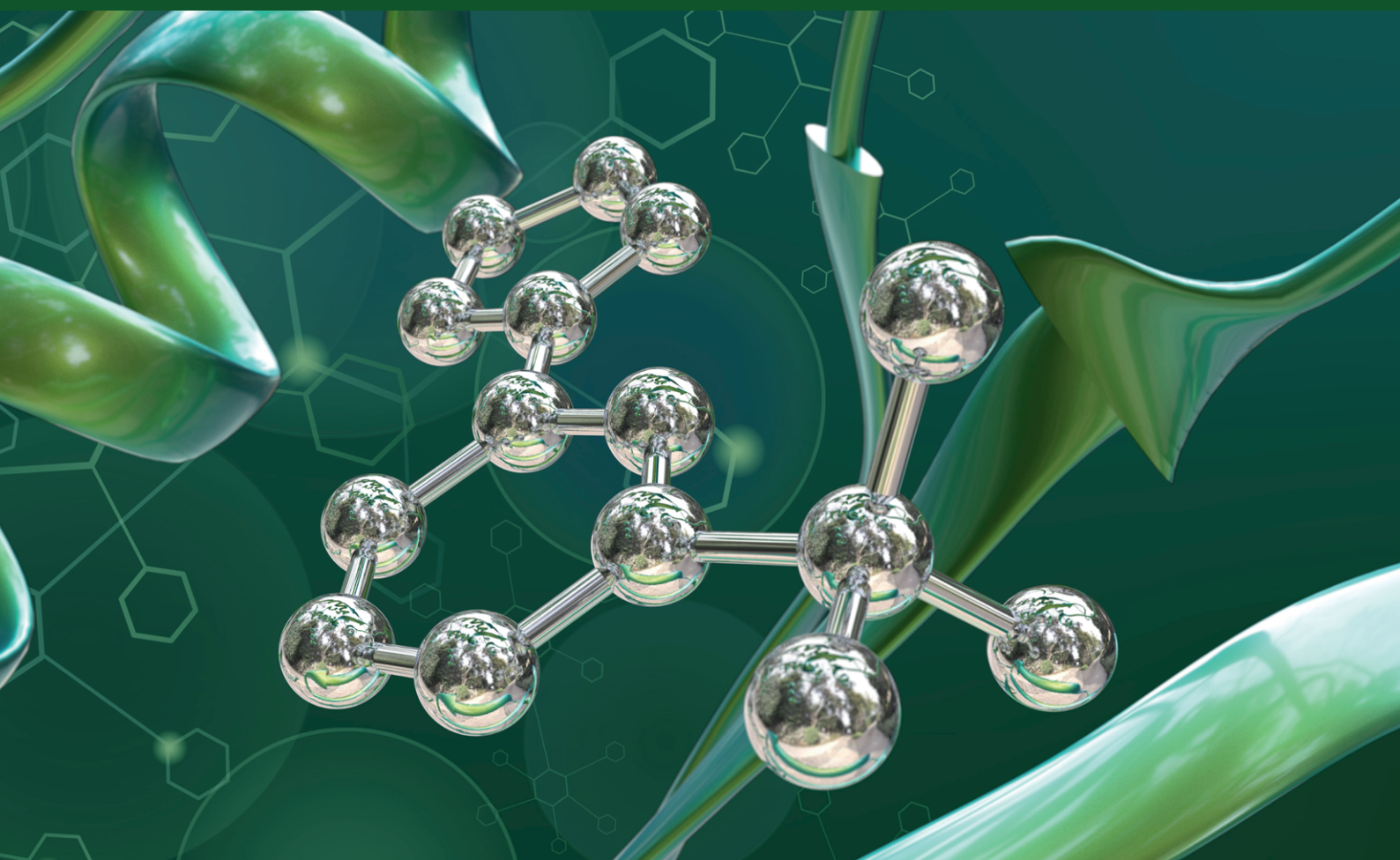


**ПОЛИТЕХ**  
Институт биомедицинских  
систем и биотехнологий

# БиоТех-2024

Тезисы докладов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

16–19 апреля 2024 года



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

2024

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

---

# БиоТех-2024

Тезисы докладов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

16–19 апреля 2024 года



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

Санкт-Петербург  
2024

УДК 576.3;576.5;578.2;578.7;579.6;615.45;616.33;664;637.07;663.1

ББК 28

Б63

**БиоТех-2024** : тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 16–19 апреля 2024 г. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 202 с.

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

Сборник представляет интерес для специалистов-биотехнологов, 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, Е. Б. Аронова, С. А. Елисеева,  
Н. Т. Жилинская, Ю. А. Смятская, О. Б. Иванченко

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета  
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

ISBN 978-5-7422-8745-2

© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2024

# БиоТех – 2024

Тезисы докладов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

16 – 19 апреля 2024 года

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ:**

**Базарнова Юлия Генриховна** – председатель программного комитета, доктор технических наук, профессор, директор Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Башун Наталья Зигмундовна**, кандидат биологических наук, доцент, декан факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы (республика Беларусь)

**Брацихин Андрей Александрович**, доктор технических наук, доцент, ректор УдГАУ (г. Ижевск)

**Васин Андрей Владимирович**, доктор биологических наук, доцент, директор Института биомедицинских систем и биотехнологий СПбПУ

**Виноходов Дмитрий Олегович**, доктор биологических наук, доцент, декан факультета химической и биотехнологии СПбГТИ(ТУ)

**Гинак Анатолий Иосифович**, доктор химических наук, профессор, Академик РАЕН, профессор кафедры молекулярной биотехнологии СПбГТИ(ТУ)

**Дмитриев Александр Валентинович**, доктор биологических наук, профессор РАН, профессор кафедры молекулярной биотехнологии СПбГТИ(ТУ)

**Кригер Ольга Владимировна**, доктор технических наук, доцент, профессор Образовательно-научного кластера «Институт медицины и наук о жизни» ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (г. Калининград)

**Куприна Елена Эдуардовна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

**Мезенова Ольга Яковлевна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой пищевой биотехнологии института агроинженерии и пищевых систем КГТУ (г. Калининград)

**Симакова Инна Владимировна**, доктор технических наук, профессор, директор научно-производственного центра технологий здорового питания, СГМУ им. В.И. Разумовского (г. Саратов)

**Сысоева Мария Александровна**, доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой пищевой биотехнологии КНИТУ (г. Казань)

**Титова Инна Марковна**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии продуктов питания института агроинженерии и пищевых систем КГТУ (г. Калининград)

**Шамцян Марк Маркович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:**

**Аронова Екатерина Борисовна**, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Елисеева Светлана Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Жилинская Надежда Тарасовна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Иванченко Ольга Борисовна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Кипрушкина Елена Ивановна**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

**Козлов Григорий Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

**Няникова Галина Геннадьевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

**Русинов Александр Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры молекулярной биотехнологии СПбГТИ(ТУ)

**Сахабеев Родион Григорьевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры молекулярной биотехнологии СПбГТИ(ТУ)

**Смятская Юлия Александровна**, кандидат технических наук, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств СПбПУ

**Шугалей Ирина Владимировна**, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ)

# **МОЛЕКУЛЯРНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

## АНТИФАГОВЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ *SINORHIZOBIUM SPP.*

А.П. Апрелькова<sup>1,2</sup>, В.С. Мунтян<sup>1</sup>, М.Л. Румянцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ ВНИИСХМ

Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

[aprelkova02@ya.ru](mailto:aprelkova02@ya.ru)

Почвенные сапрофитные бактерии рода *Sinorhizobium spp* фиксируют атмосферный азот в симбиозе с растениями-хозяевами семейства Бобовые. Бактерии данного рода являются типичными представителями почвенной среды, где на численность их популяций могут влиять бактериофаги. В ходе эволюции бактерии выработали различные механизмы защиты от проникновения в клетку чужеродных нуклеиновых кислот. В последние годы были открыты различные специфичные антифаговые системы защиты бактериальной клетки, среди которых имеются вовлеченные в «иммунный» ответ (врожденный и адаптивный), химическую защиту клетки, формирование сигнальных систем защиты, а также системы abortивной инфекции и иные системы, механизмы действия которых не известны. Системы антифаговой защиты и их разнообразие у клубеньковых бактерий практически не изучены. Целью данного исследования было выявить спектр антифаговых систем в геномах клубеньковых бактерий высокоэффективных штаммов бактерий рода *Sinorhizobium spp.*, выделенных в двух центрах происхождения культурных растений, а именно в Переднеазиатском и Среднеазиатском (ПАГ и САГ, соответственно).

Молекулярно-биологический анализ 130 природных штаммов *Sinorhizobium spp.* позволил идентифицировать более 10-ти систем антифаговой защиты, из которых система адаптивного иммунитета, врожденного иммунитета, химической защиты и сигнальная система присутствовали во всех изученных штаммах. Гены, кодирующие элементы защитных систем были локализованы на хромосомах и мегаплазидах, необходимых для установления симбиотического взаимодействия с растениями. Установлено, что в одном геноме могло встречаться до трех разных систем рестрикции-модификации, при этом анализ соответствующих аминокислотных последовательностей показал, что идентичность их составляла не более 35%.

Анализ распределения структурных типов элементов системы врожденного иммунитета бактериальной клетки в обеих изученных популяциях штаммов *Sinorhizobium spp.* показал, что они достоверно не различались, однако, штаммы из популяции САГ были более разнообразны, чем штаммы из популяции ПАГ (индекс разнообразия по Шеннону,  $H_{(САГ)}=0,5943$  и  $H_{(ПАГ)}=0,3251$ , соответственно). Анализ структурных элементов сигнальной системы защиты показал, что они были, наоборот, более разнообразны у штаммов из ПАГ и их встречаемость достоверно отличалась от такого у штаммов из САГ ( $H_{(ПАГ)}=1,767$  и  $H_{(САГ)}=0,5894$ ,  $\chi^2=52,338$ ,  $P=1,4479 \cdot 10^{-8}$ ,  $\alpha=8$ ).

Полученные данные будут использованы для разработки штаммов-инокулянтов *Sinorhizobium spp* с заданной устойчивостью к бактериофагам, которые могут быть перспективными для разработки линейки новых биопрепаратов.

Работа выполнена при поддержке НЦМУ «Агротехнологии будущего» № 075-15-2022-320 от 20.04.2022.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bernheim, A. The pan-immune system of bacteria: antiviral defence as a community resource. / A. Bernheim, R. Sorek – UK: Nat Rev Microbiol. – 2020. – №18. – P. 113-119.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ *FELIS CATUS*

Т.А. Болотникова, И.А. Владимиров, Д.И. Богомаз, О.А. Павлова, К.В. Воробьев

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*  
ООО "Бизль"  
Санкт-Петербург, Россия  
[bolotnikova@ro.ru](mailto:bolotnikova@ro.ru)

Гипертрофическая кардиомиопатия – широко распространенное породоспецифичное аутосомно-доминантное заболевание *Felis catus*. Патология вызвана мутацией R820W в гене *MYBPC3* (*Myosin binding protein C*), из-за чего в аминокислотной последовательности миозин-связывающего белка аргинин замещается на триптофан [1].

Целью исследования было создание диагностической тест-системы для идентификации однонуклеотидной замены (С на Т) в 820 кодоне гена *MYBPC3* породы *Felis catus* Рэгдолл.

**Материалы и методы.** Нуклеотидную последовательность гена *MYBPC3* с мутацией R820W реконструировали. Для амплификации целевого фрагмента использовали ДНК здорового животного (буккальный эпителий) и праймеры [1]. После клонирования получили плазмиду pJET1.2\_MYBPC3Wt со вставкой, имитирующей ДНК-матрицу с аллелью дикого типа. В результате направленного мутагенеза получили плазмиду pJET1.2\_MYBPC3Mut со вставкой, имитирующей ДНК-матрицу с мутантной аллелью. Праймеры для направленного мутагенеза и зонды для мультиплексной РВ ПЦР были сконструированы вручную (Таблица 1) и синтезировались на ДНК-синтезаторе ASM-800 (Биоссет).

**Таблица 1. Праймеры и зонды, использованные для детекции аллельного состояния гена *MYBPC3***

Праймеры для направленного мутагенеза	FHCM_Mtgn_R820W_F, Tm=67°C Po4-TGGCTGAACTTTGACSTGCTGCAGGA	FHCM_Mtgn_R820W_R, Tm=66°C Po4-CATCCACCGGAAGCTCTTCTTCTTCTTGC
Праймеры для Real-time ПЦР [2]	FHCM_R820W_F, Tm=50,7°C CAGCAATGTGGGTGAGGAC	FHCM_R820W_R, Tm=50,7°C CTGACCAGGGAGGGTGTG
Зонды для РВ ПЦР	FHCM_R820W_prbW, Tm=62°C HEX-TCCGGTGGATGCGGCTGAA-BHQ2	FHCM_R820W_prbM, Tm=60,2°C FAM-CTCCGGTGGATGTGGCTGAAC-BHQ1
Оптимизированные РВ ПЦР зонды	FHCM_R820W_MSh, Tm=62°C HEX-TCCGGTGGATGTGGCTGAA-BHQ2	FHCM_R820W_MSh1, Tm=62°C FAM-TCCGGTGGATGTGGCTGAA-BHQ1

**Результаты.** В ходе отработки диагностической системы на искусственных матрицах было выяснено, что зонд для мутантной аллели (FHCM\_R820W\_prbM) срабатывал на ДНК-матрице дикого типа. Синтезировали корректно работающие укороченные варианты дикотипного и мутантного зондов (FHCM\_R820W\_MSh, FHCM\_R820W\_MSh1) с выравненными оптимальными температурами отжига (таблица 1).

**Заключение.** Получена эффективная диагностическая система для идентификации однонуклеотидных полиморфизмов в аллельных состояниях гена *MYBPC3*, ассоциированных с гипертрофической кардиомиопатией породы *Felis catus* Рэгдолл. Система корректно дифференцирует аллели дикого типа, мутантные аллели и гетерозиготные состояния гена *MYBPC3* и может быть рекомендована для испытаний в ветеринарной практике.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Myosin-binding protein C DNA variants in domestic cats (A31P, A74T, R820W) and their association with hypertrophic cardiomyopathy / M. Longeri, P. Ferrari, P. Knafelz, A. [et al.] Journal of Veterinary Internal Medicine, 2013. –V.6. – P. 275-85.



## ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РАСТВОРА МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЛЛИНОЗА

А.А. Красникова<sup>1</sup>, Н.Ю. Самодурова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»  
Минздрава России, <sup>1,2</sup>Воронеж, Россия  
[a\\_mivi@mail.ru](mailto:a_mivi@mail.ru)

*Цель исследования.* Изучение функции тучных клеток в барьерных тканях организма для оценки влияния различных компонентов окружающей среды.

*Материалы и методы.* Для воздействия выбраны самцы крыс линии Wistar. Экспериментальные животные распределены по 6 грызунов на 34 группы воздействия. Моделирование поллиноза осуществлялось приоритетными пыльцевыми аллергенами исследуемой территории (береза и амброзия). Экспериментальное воздействие пыльцевых и химических поллютантов с последующим воздействием водного раствора, обогащенного молекулярным водородом.

*Результаты.* Эксперимент проведен на базе ФГБОУ ВО НИИ ЭБМ ВГМУ им. Н.Н. Бурденко У всех животных экспериментальных групп с воздействием аллергена появлялись симптомы ринита, а также регистрировались гематологические маркеры аллергических заболеваний (эозинофилия крови, IgE). Оценка адаптивных возможностей и предупреждение прогрессирования различных заболеваний, в том числе аллергических [1]. Аллергический ринит является самым распространенным заболеванием в структуре аллергопатологии и пыльца растений характеризуется как значимый этиологический фактор [2]. Многообразное химическое воздействие представляет интерес исследования реакции тучных клеток в условиях комбинации факторов окружающей среды. В группах комбинированного воздействия осуществлялось внутрижелудочное введение растворов нитратов и нитритов, воздействие которых оценивалось по содержанию метгемоглобина в крови животных. Оценка влияния водного раствора, обогащенного молекулярным водородом на созданный патологический процесс, проводилась после пробоподготовки гистологических препаратов, что позволило изучить морфологические изменения тучных клеток слизистой оболочки носовой полости в качественном и количественном отношении.

*Выводы.* Обнаружена активная реакция тучных клеток в группах воздействия пыльцевых агентов, а также комбинированного влияния. Микропрепараты, окрашенные раствором Гимза, характеризовались достоверным увеличением количества ТК до 3 раз во всех исследуемых группах по отношению к контролю ( $p < 0,05$ ). Обнаружены крупные дегранулирующие тучные клетки, гипертрофия мышечных волокон слизистой оболочки носовой полости. Воздействие водного раствора, обогащенного молекулярным водородом, приводило к снижению количества дегранулирующих форм тучных клеток, а также уменьшению их общего количества на 5-30% в группах с различными комбинациями аллергенов и химических веществ ( $p < 0,05$ ).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Atiakshin D, Samoilova V, Buchwalow I. et al. Characterization of mast cell populations using different methods for their identification. *Histochem Cell Biol.* 2017;147:683–694.
2. Косенкова Т.В., Маринич В.В., Кривоносова Г.М. Антигистаминные препараты при лечении аллергического ринита у детей // Аллергические и иммунопатологические заболевания – проблема XXI века: материалы II научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2010. С.31-46.

## ИЗУЧЕНИЕ КАЛЛУСОГЕНЕЗА У СОРТОВ *BETA VULGARIS L.*

М.Е. Лапкасов, Ю.В. Ухатова, Т.А. Кузнецова

<sup>1</sup>Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

[lapkasov.me@edu.spbstu.ru](mailto:lapkasov.me@edu.spbstu.ru)

*Актуальность.* Свёкла – одна из самых значимых овощных культур в Российской Федерации. Однако, ученые сталкиваются с проблемой заражения растения различными заболеваниями или потерю урожая из-за погодных условий. Один из этапов, получения оздоровленных растений в культуре *in vitro*, является получения каллусной ткани. Получение каллуса на сегодняшний день, довольно сложный и длительный процесс, поэтому довольно важно оптимизировать условия для реализации этого процесса. *Цель работы* – подобрать питательные среды для получения каллусной ткани из пророщенных семян сортов свёклы.

*Методика исследования.* В исследовании использовали пророщенные семена сортов свёклы (“Гранатовый шар”, “Цыганский барон”, “Партнер F1”, “Комбат”, “Санькина любовь”), полученных из коллекции Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова. Из них для дальнейшей работы были получены экспланты: листья, гипокотиль, семядоли и черешки листьев.

Экспланты высаживались на среду Мурасиге и Скуга (МС) модифицированную фитогормонами: 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-Д) в количестве 0,1 мг/л и 6-бензиламинопурином (6-БАП) в количестве 1 мг/л [1]. Количество используемой сахарозы составляло 30 г/л, а количество агар-агара – 7 г/л. Комплекс витаминов остался без изменений.

*Результаты и их обсуждение.* Сбор данных осуществлялся спустя 5 недель после посадки. Каллусная ткань образовывалась на всех используемых сортах, кроме сорта “Партнер F1”. На эксплантах данного сорта образование каллуса не наблюдалось, возможно, это связано с длительностью образования каллусной ткани у сорта. Наиболее удачный результат был у сорта “Санькина любовь”. Каллус у данного сорта образовался на 20 эксплантах из 26. Каллус образовывался на листьях (12 эксплантов), черешках (5 эксплантов) и семядолях (3 экспланта). Также среда для образования каллуса хорошо подошла для сорта “Комбат”. У него каллус образовался на листьях, семядолях и черешках у 7 из 15 эксплантов. Цвет у каллусной культуры был разнообразен, но преобладал каллус желто-белого цвета с плотной по консистенции структурой.

*Вывод.* Большинству сортов используемые среды для образования каллуса подошли, особенно для сортов: “Партнер F1”, “Санькина любовь”. Сорт “Партнер F1” не показал результатов на данной среде.

### ЛИТЕРАТУРА

1. GÜREL S., GÜREL E., KAYA Z. Callus Development and Indirect Shoot Regeneration from Seedling Explants of Sugar Beet (*Beta vulgaris*L.) Cultured In Vitro //Turkish Journal of Botany. – 2001. – Т. 25. – №. 1. – С. 25-33.

2. Roussy I. et al. In planta 2, 3, 5 trisubstituted benzoic acid treatment promotes high frequency and routine *in vitro* regeneration of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) plants //Plant cell reports. – 1996. – Т. 16. – С. 142-146.

## ОЦЕНКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РНК ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА С МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

М. А. Мерхасина<sup>1</sup>, А. С. Мороз<sup>1,2</sup>, Е. Б. Аронова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Группа Компаний "Алкор Био"

Санкт-Петербург, Россия

[rprokhorova18@yandex.ru](mailto:rprokhorova18@yandex.ru)

Разработка диагностических тест-систем на основе метода ПЦР в реальном времени представляет собой актуальное направление изучения этого заболевания в медицинской сфере. Вот несколько причин, почему это исследование имеет высокую актуальность: точная диагностика, мониторинг терапии, анализ мутаций [1, 2].

*Цель работы* – оценить аналитическую чувствительность тест-системы "Интифика ВГС" (производитель: Алкор Био, Россия) для выявления РНК вируса гепатита С методом ПЦР в реальном времени.

*Материалы и методы.* Во время постановки эксперимента был использован набор для выявления РНК ВГС «Интифика ВГС» (производитель: ГК «Алкор Био», Россия) с использованием амплификатора «LightCycler 96» (Roche Diagnostics GmbH, Германия).

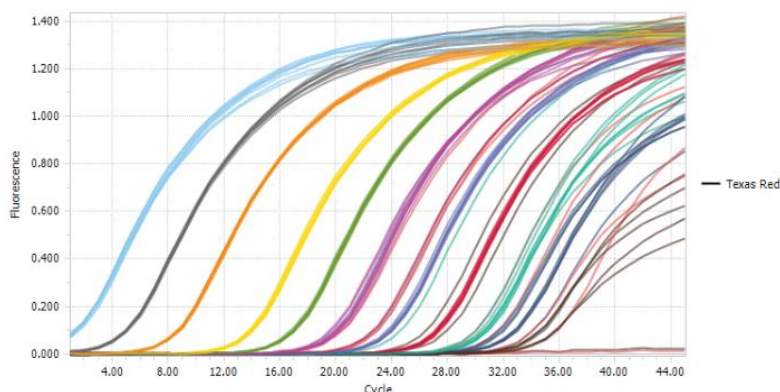


Рисунок 1 - Значение пороговых циклов (Cq) при проверке аналитической чувствительности

*Результаты и их обсуждение.* В данном исследовании была проведена ПЦР в реальном времени с детекцией амплификации по каналу флуоресценции Texas Red (ROX). Перед постановкой были подготовлены разведения пробы от  $10^{-2}$  до  $10^{-13}$  ГЭ/мл. Результаты представлены на рисунке 1.

*Заключение.* В результате эксперимента ПЦР-кривые вышли характерной S-образной формы. Каждое разведение показывало хорошую сходимость. Ингибирование

ПЦР-смеси не происходит, так как при последовательном разведении образца в 10 раз сохраняется разница между кривыми амплификации в 3,33 цикла. Разработанная тест-система чувствительна к низким концентрациям матрицы РНК ВГС, что позволяет в дальнейшем рекомендовать данный набор для раннего выявления заболевания у пациентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мороз А. С., Идудова М. К., Лисок А. В., Аронова Е. Б., Большаков В. Н. Использование технологии лиофильной сушки при разработке ПЦР-тест-системы для диагностики Вируса гепатита В // Сборник трудов. - Москва: 2023. - С. 18.
2. Scheufler C., Brinker A., Bourenkov G., Pegoraro S., Moroder L., Bartunik H., Hartl FU., Moarefi I. Structure of TPR domain-peptide complexes: critical elements in the assembly of the Hsp70-Hsp90 multichaperone machine // Cell. — 2000. — № 101 (2). — С. 199-210.

## ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РНК ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА С МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ПРИ ОТЛОЖЕННОМ СТАРТЕ

М. А. Мерхасина<sup>1</sup>, А. С. Мороз<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Группа Компаний “Алкор Био”

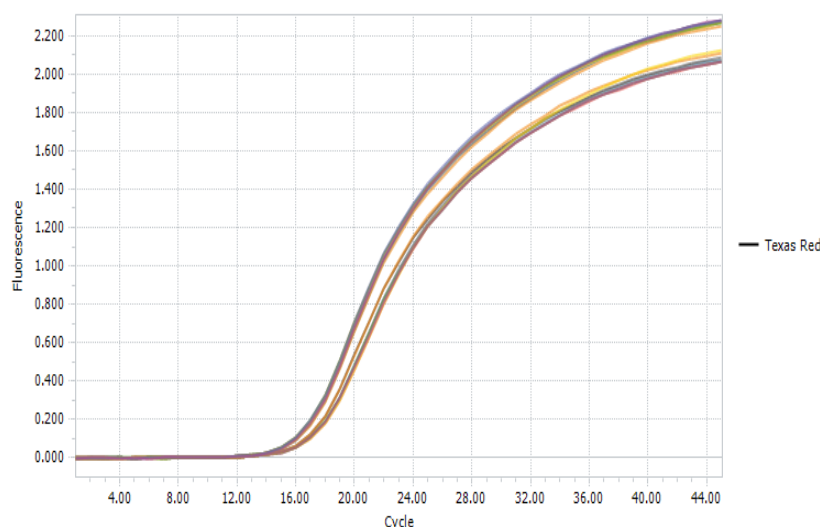
Санкт-Петербург, Россия

[rprokhorova18@yandex.ru](mailto:rprokhorova18@yandex.ru)

Определение робастности в ПЦР диагностике является важным для обеспечения точности, надежности и качества результатов. Анализ РНК ВГС также полезен в рутинной клинической практике для выявления пациентов, нуждающихся в противовирусной терапии, и контроля за проведением соответствующего лечения [1, 2]. С этим связана необходимость раннего выявления вируса гепатита С во избежание последствий этого заболевания.

*Цель работы* – оценить эффективность тест-системы «Интифика ВГС» (производитель: ГК “Алкор Био”, Россия) для определения РНК вируса гепатита С при постановке ПЦР с отложенным стартом.

*Материалы и методы.* Во время постановки эксперимента был использован набор для выявления РНК ВГС «Интифика ВГС» (производитель: ГК “Алкор Био”, Россия) с использованием амплификатора “LightCycler 96” (Roche Diagnostics GmbH, Германия).



*Результаты и их обсуждение.* В ходе работы была проведена ПЦР в режиме реального времени с детекцией амплификации по каналу флуоресценции Texas Red (ROX). Одна из проб находилась на комнатной температуре 2 часа, а вторая – свежеприготовленная.

Результаты исследования представлены на рисунке 1.

*Заключение.* При проведении ПЦР в режиме реального времени

наблюдается деградация ПЦР-смеси

при отложенном старте. Однако полученный результат лежит в пределах допустимой погрешности ( $C_q \geq 1$ ), что говорит о том, что данная тест-система валидна и разработанный набор одинаково эффективен как с отложенным стартом, так и при свежеприготовленной реакционной смеси.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.Н. Молекулярно-генетические методы в медицинских исследованиях. Часть I: Теоретические основы ПЦР-диагностики // Фундаментальная и клиническая медицина. - 2020 – Т.5. – №4. – С.133-140.

2. Polymerase Chain Reaction: Basic Protocol Plus Troubleshooting and Optimization Strategies. Methods in Molecular Biology. Vol. 1712. 2018.

## ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *ASTRAGALUS DASYANTHUS*

З.Е. Морозова, Е.А. Ячникова, Е.А. Нечаева, Д.А. Некрасова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Санкт-Петербург, Россия  
[zlata.morozova@spspu.ru](mailto:zlata.morozova@spspu.ru)*

Соматическая растительная клетка способна полностью реализовывать генетический материал целого организма, что можно наблюдать в культуре *in vitro*.

*Цель работы* - определение в непроросших семенах *Astragalus dasyanthus* содержания некоторых антиоксидантных ферментов и оценка их влияния на всхожесть.

В процессе исследования определяли количественное содержание белка и активность антиоксидантных ферментов в исследуемых образцах и проводили сравнительный анализ установленных значений. В качестве объекта исследования брали сухие и непроросшие, но набухшие семена астрагала шерстистоцветкового, полученные при проведении исследования по введению их в культуру *in vitro* методом микроклонального размножения. Количественное определение белка в гомогенате растительной ткани осуществляли колориметрически, по методу Лоури [1]. Активность каталазы определяли спектрофотометрическим методом [2]. Активность пероксидазы по методу Новикова [3].

В ходе исследования для микроклонального размножения *Astragalus dasyanthus* использовалась питательная среда Гамборга и Эвелегга (В-5), приготовленная в соответствии с прописью. Перед пересадкой растительных эксплантов на питательную среду проводили стерилизацию семян, предварительно лишенных внешней оболочки путем механической обработки. Стерилизация *Astragalus dasyanthus* осуществлялась в следующей комбинации: 5% раствор Лизоформина 3000 в течение 5 минут + 30 секунд в 70% этиловом спирте + 3 раза по 15 минут экспозиции в стерильной воде. Установлено увеличение содержания белка и активности каталазы и пероксидазы в набухших семенах по сравнению с сухими.

В ходе работы выявлено, что всхожесть составила около 50% от общего числа используемых в работе семян. Количественное содержание белка составило 48,5 и 249 мкг/мл в сухих и набухших непроросших семенах соответственно. Удельная активность каталазы в сухих семенах составила 71,6 нкатал/г, а в набухших 766,7 нкатал/г. Также установлено, что активность пероксидазы в набухших семенах намного выше, чем в сухих, и составляет 239,8 нкатал/г и 8,24 нкатал/г соответственно.

В клетках семян *Astragalus dasyanthus* наблюдается увеличение активности антиоксидантных ферментов, а также содержания общего белка, что говорит о жизнеспособности растительных эксплантов, несмотря на небольшую всхожесть, что возможно, связано с активацией свободно-радикальных процессов, накоплением перекиси в клетках, негативно влияющих на всхожесть семян.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Protein measurement with the Folin phenol reagent / О.Н. Lowry [et al.] // J. Biol. Chem. 1951.
2. Королюк М. А. [и др.]. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. 1988. N 4. С. 44-47.
3. Новиков Н. Н. Новый метод определения активности пероксидаз в растениях // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. N 3. С. 36-46.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRISPR-ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ *FtsA* И *FtsZ* В БАКТЕРИЯХ *MYCOPLASMA GALLISEPTICUM*

К.В. Нагорный, Н.А. Румянцева, А.Д. Ведяйкин

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[2002zaaa2@gmail.com](mailto:2002zaaa2@gmail.com)

Деление представляет собой важнейший процесс в бактериальном клеточном цикле. Основой деления большинства бактерий является формирование дивисомы. Центральными компонентами дивисомы являются такие белки, как FtsZ и FtsA, также важную роль в деление некоторых бактерий играет белок MraZ, являющийся фактором транскрипции и регулирующий собственный оперон, кодирующий ряд белков клеточного деления, включая FtsZ и FtsA [1]. Однако роль данных белков хорошо изучена в основном на таких модельных организмах, как *E. coli*. Актуальной задачей является изучение роли этих белков в бактериях, которые не имеют клеточной стенки, таких как микоплазмы. Данное исследование направлено на выяснение того, как снижение экспрессии генов *ftsA* и *ftsZ*, влияет на рост бактерий *Mycoplasma gallisepticum*. Следует отметить, что изучение влияния белков FtsZ, FtsA и MraZ на жизненный цикл бактерий является важной задачей для развития стратегий поиска новых мишеней для антибактериальных препаратов.

Исследование проводилось с использованием штамма S6 *Mycoplasma gallisepticum* дикого типа и на модифицированных штаммах того же вида со сниженной экспрессией генов *ftsA*, *ftsZ* и *mraZ*. Для снижения экспрессии был использован метод CRISPR интерференции [2]. Также были определены значения индекса роста всех штаммов.

Настоящая работа помогает приблизиться к пониманию значимости белков FtsZ, FtsA и MraZ для роста бактерий *Mycoplasma gallisepticum*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. The highly conserved MraZ protein is a transcriptional regulator in Escherichia coli / J. M. Eraso, L. M. Markillie, H. D. Mitchell, R. C. Taylor, G. Orr, W. Margolin // Journal of Bacteriology. – 2014. – V. 196. – N. 11. – P. 2053-2066.
2. Gene Silencing through CRISPR Interference in Mycoplasmas / D. V. Evsyutina, G. Y. Fisunov, O. V. Pobeguts, S. I. Kovalchuk, V.M. Govorun // Microorganisms . – 2022. – V. 10. – N. 6.

## ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ГЕНА RAD51D В РЕПАРАЦИИ РАЗРЫВОВ ДНК НА *DROSOPHILA MELANOGASTER*

А.М. Нарыкина<sup>1</sup>, А.Ю. Конев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>ФГБУ «Петербургский Институт ядерной физики им. Б. П. Константинова»

Санкт-Петербург, Россия

[a.acnar@yandex.ru](mailto:a.acnar@yandex.ru)

Для поддержания стабильности генома существует система восстановления повреждений ДНК. Нарушения репарации генома приводят к образованию аберрантных хромосом, что приводит к развитию рака.

Основными путями репарации двойных разрывов ДНК являются негомологичное соединение концов (NHEJ) и гомологичная рекомбинация (HR). Для осуществления HR требуется резекция концов двухцепочечного разрыва и образование филаментов RAD51. Паралоги RAD51 обеспечивают правильное образование и функционирование нуклеопротеина RAD51 [1].

Целью работы является изучение механизма действия паралога RAD51 на репарацию двунитевого разрыва ДНК. Белок RAD51D является частью белкового комплекса паралогов RAD51 BCDX2. Сообщалось, что комплекс BCDX2 связывает одноцепочечную ДНК, одноцепочечные разрывы в дуплексной ДНК и разрывы в дуплексной ДНК. RAD51D связывается с одноцепочечной ДНК и обладает ДНК-зависимой АТФазной активностью. Мутации, приводящие к возникновению двойных разрывов ДНК могут возникать в ходе эндогенных процессов или экзогенных факторов, таких как облучение. Нарушения в работе гена RAD51D приводят к образованию семейного рака молочной железы и яичников [2].

Существует система для изучения репарации двунитевых разрывов ДНК, где в качестве модельного организма используется *Drosophila melanogaster*. Используют систему *DR-white*, которая при экспрессии индуцирует двойной разрыв. Индукция экспрессии генов *white* и флуоресцентного маркера приводится в действие промотором, специфичным для тканей глаза. Случаи, когда репарация проводилась путем HR можно определить фенотипически, а также при помощи ПЦР. Ранее было обнаружено, что очаги повреждения ДНК, индуцированные таким способом, перемещаются к периферии домена в культивируемых клетках. Также были обнаружены аномалии перемещения и накопление очагов повреждения в ДНК при нарушении механизмов репарации [3].

**Заключение.** RAD51D является консервативным белком. Нарушения в работе гена были обнаружены в клетках опухолей, что дает нам представление о его значимости для процесса репарации. При помощи *DR-white* можно отследить на модельном объекте динамику одиночных очагов повреждения ДНК при нарушении работы RAD51D, что поможет детальнее изучить природу канцерогенеза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Sullivan M.R., Bernstein K.A. RAD-ical New Insights into RAD51 Regulation // genes. – 2018 – V. 9 – №. 12 – P. 629-652.
2. Loveday, C., Turnbull, C., Ramsay, E., Hughes, D., Ruark, E., Frankum, J. R., Bowden, G., Kalmyrzaev, B., Warren-Perry, M., Snape, K., Adlard, J. W., Barwell, J., and 31 others. :Germline mutations in RAD51D confer susceptibility to ovarian cancer. Nature Genet. 43: 879-882, 2011.
3. Janssen A. et al. A single double-strand break system reveals repair dynamics and mechanisms in heterochromatin and euchromatin // Genes & development. – 2016 – V. 30 – №. 14 – P. 1645-1657.

## МОДИФИКАЦИЯ БАКТЕРИОФАГОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РАБОТЫ ЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ БАКТЕРИЙ ОТ ВИРУСОВ

Д.Ю. Орёл, В.А. Нестеренко, М.А. Афанасьева, Л.Н. Малинникова, Н.Е. Морозова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[dima.orel.2002@mail.ru](mailto:dima.orel.2002@mail.ru)*

Появление и повсеместное распространение мультирезистентных бактериальных патогенов является одной из ключевых проблем здравоохранения на сегодняшний день. В сложившейся ситуации чрезвычайно актуальным является поиск новых эффективных методов лечения бактериальных инфекций, вызванных мультирезистентными бактериями. Бактериофаги демонстрируют значительный потенциал в качестве эффективных антимикробных агентов. Новые подходы генетической инженерии, направленные на модификацию бактериофагов и способствующие преодолению микробной устойчивости, возникающей в результате действия защитных систем, в том числе системы рестрикции-модификации могут помочь в разработке принципиально новых и более эффективных фаговых препаратов [1].

Бактериальные клетки, обладающие механизмом рестрикции-модификации, используют метилтрансферазу для защиты собственной ДНК от разрушения эндонуклеазой рестрикции. Дальнейшее развитие микроба в значительной степени определяется конкуренцией между метилтрансферазой и эндонуклеазой рестрикции за сайты распознавания защитной системы в геноме фага: в случае метилирования всех сайтов узнавания в геноме фага до их распознавания эндонуклеазой рестрикции, геном фага не подвергается деструкции, что приводит к успешному инфицированию клетки [2].

*Целью* данной работы является исследование существующих методов модификации геномов бактериофагов с целью успешного изучения влияния количества сайтов рестрикции в геноме бактериофага на эффективность защиты системы рестрикции-модификации CfrVI.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. A. Isaeva Editing of Phage Genomes – Recombineering-assisted SpCas9 Modification of Model Coliphages T7, T5, and T3 / A. Isaeva, A. Andriianova, E. Znobishcheva, E. Zorina, N. Morozova, K. Severinov // *Molecular Biology*, 2022. – Vol. 56 – P. 801–815.
2. F. N. Enikeeva Restriction – modification systems and bacteriophage invasion: Who wins? / F. N. Enikeeva, K. V. Severinov, M. S. Gelfand // *Journal of Theoretical Biology*, 2010 – P. 550-559.



## ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА САЙТОВ РЕСТРИКЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РМ СИСТЕМ

А.О. Причеп, Л. Н. Малинникова, Н.Е. Морозова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[prichepa.a@yandex.ru](mailto:prichepa.a@yandex.ru)*

Система РМ, или система рестрикции-модификации (Restriction-Modification) является распространённой иммунной системой прокариот, которая позволяет им защищаться от чужеродных генетических элементов, таких как бактериофаги и плазмиды. Эта система защиты состоит из двух основополагающих элементов: эндонуклеазы рестрикции, разрезающей ДНК и фермента метилтрансферазы, метилирующей геномную ДНК клетки-хозяина [1]. Данная система является эффективным способом защиты прокариот от фаговой инфекции, однако она имеет и некоторые недостатки. Так, при внедрении фага внутрь клетки, существует вероятность исхода, при котором его ДНК будет также метилирована, и как следствие защита будет неэффективна [2].

Наличие в геноме системы РМ является большим эволюционным преимуществом. Однако это достоинство имеет и обратную сторону, например, она может вызывать у бактерий расщепление собственной ДНК, что именуется как аутоиммунитет [3].

В исследовании рассматривается влияние количества сайтов рестрикции в чужеродной ДНК на эффективность защиты системы РМ от неё. Для этого методами молекулярного клонирования нами был создан набор генетических конструкций, содержащих различное количество сайтов рестрикции исследуемой защитной системы.

Дальнейшая работа будет направлена на изучение влияния количества сайтов рестрикции в плазмидной ДНК на эффективность трансформации клеток, несущих исследуемую защитную систему.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Vasu K., Nagaraja V. Diverse Functions of Restriction-Modification Systems in Addition to Cellular Defense // *Microbiol Mol Biol Rev.* 2013. – Vol. 77, – № 1. – P. 53–72.
2. Sneppen K. et al. Restriction modification systems as engines of diversity // *Front. Microbiol. Frontiers*, 2015. – Vol. 6.
3. Pleška M. et al. Bacterial Autoimmunity Due to a Restriction-Modification System // *Current Biology. Elsevier*, – 2016. – Vol. 26, – № 3. – P. 404–409.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕНТИВИРУСНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ТРАНСДУЦИРОВАНИЯ ДЕРМАЛЬНЫХ ФИБРОБЛАСТОВ

Б.Р. Рахимов<sup>1</sup>, Д.М. Марченко<sup>1</sup>, М.Г. Хотин<sup>1</sup>, М.С. Божокин<sup>1</sup>

*Институт цитологии РАН  
Санкт-Петербург, Россия  
[rah.bulat7@yandex.ru](mailto:rah.bulat7@yandex.ru)*

*Цель исследования.* Гиалиновый хрящ (ГХ) представляет собой аваскулярную соединительную ткань, которая покрывает поверхность крупных суставов и обладает ограниченным потенциалом к восстановлению. Одним из перспективных методов лечения дефектов хряща является использование методов тканевой инженерии, основанных на применении биodeградируемых конструкций и предварительно модифицированной культуры клеток. В данной работе была отработана методика получения лентивирусных частиц, несущих гены, участвующих в хондрогенезе – *Sox9* и *Tgf-β3*, для трансдукции дермальных фибробластов. Разрабатываемая методика может быть использована при разработке технологий восстановления хряща.

*Материалы и методы.* Клеточная культура дермальных фибробластов человека DF2 была получена из Центра коллективного пользования «Коллекция культур клеток позвоночных» Института цитологии РАН. На первом этапе проводилась трансфекция клеток линии HEK293T, выступающих в качестве продуцента лентивирусных частиц, с применением двух вспомогательных плазмид упаковки и доставки и плазмиды, кодирующей целевой и репортерный гены зеленого флуоресцентного белка (GFP). Трансдукция HEK293T осуществлялась с целью подтверждения сборки лентивирусных частиц и для определения оптимального титра лентивирусов. Первичная оценка результатов трансдукции дермальных фибробластов и HEK293T основывалась на полученных изображениях с флуоресцентного микроскопа ZOE™ Fluorescent Cell Imager. Через 24, 42 и 72 часа после трансфекции с помощью проточного цитофлуориметра была определена доля живых трансдуцированных клеток.

*Результаты.* Был отработан протокол получения лентивирусных частиц с помощью трансфекции HEK 293T, эффективность которой составила более 90%. На следующем этапе проводили первичное трансдуцирование HEK293T, результаты которого составили 27% и 5% для генов *Sox9* и *Tgf-β3* соответственно. Эффективность трансдукции дермальных фибробластов для лентивирусов, несущих целевую последовательность *Sox9*, была 24%. Трансдукция лентивирусами с *Tgf-β3* имела цитотоксический эффект.

*Выводы.* Показана сборка лентивирусных частиц, несущих целевые последовательности, а также заражение дермальных фибробластов вектором. Требуются дальнейшие исследования, направленные на анализ экспрессии генов, ассоциированных с хондрогенезом.

## РОЛЬ БЕЛОК-БЕЛКОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМРК-MDM2 В РЕГУЛЯЦИИ ТРАНСКРИПЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОНКОСУПРЕССОРНОГО БЕЛКА P53

А.А. Романова, Т.А. Григорьева

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), НИЛ «Молекулярная фармакология»  
Санкт-Петербург, Россия  
[angeliina.romanova@outlook.com](mailto:angeliina.romanova@outlook.com)*

**Введение:** Концепция PROTAC (proteolysis targeting chimera) предполагает селективную деградацию целевого белка в протеасоме при помощи E3 убиквитин-лигазы. В данной работе мы изучили аналогичную химерную молекулу, разработанную в НИЛ

«Молекулярная фармакология», с лигандом E3 убиквитин-лигазы MDM2 и лигандом киназы АМРК. Структурно химера основана на двух известных соединениях: ингибиторе АМРК и ингибиторе взаимодействия p53-MDM2, соединенных между собой линкером. Определение доминирующего механизма является необходимым этапом исследования влияния искусственно сближенных белков АМРК-MDM2 на клеточный ответ, поскольку оно может привести как к деградации АМРК, так и к фосфорилированию MDM2. Деградация АМРК является перспективным методом компенсации таких острых состояний как инфаркт сердца или инсульт. В обратном случае, фосфорилирование MDM2 может приводить к изменению транскрипционных свойств онкосупрессорного белка p53.

*Цель исследования.* Изучить влияние разработанной химерной молекулы типа PROTAC на опухолевые линии с различным p53 статусом и определить доминирующий механизм действия.

*Материалы и методы.* В качестве объекта исследования использовали опухолевые линии с различным статусом белка p53 – HCT116wt (колоректальная карцинома, p53+) и H1299wt (немелкоклеточный рак легкого, p53-). Подбор условий обработки клеточных линий разработанной химерой осуществили методом микроскопирования и МТТ-тестом. Для определения активируемых химерой транскрипционных механизмов провели ПЦР в реальном времени.

*Результаты.* С помощью МТТ-теста был установлен концентрационный диапазон для обработки клеточных линий HCT116wt и H1299wt. В результате ПЦР в реальном времени установили, что линии с различным статусом p53 по-разному отвечают на воздействие химерной молекулой в течение 24 и 48 часов обработки.

*Выводы.* Установили, что индуцированное химерой взаимодействие АМРК-MDM2 не приводит к ингибированию транскрипционных свойств белка p53 в исследуемых клеточных линиях. Данные результаты позволяют предположить, что АМРК не фосфорилирует сайты MDM2, ответственные за активацию связывания с белком p53.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №23-13-00344.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОСЕНСОРА NuPer ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ КЛЕТОК К-562

А.А. Рыбалкина<sup>1,2</sup>, О.Г. Люблинская<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

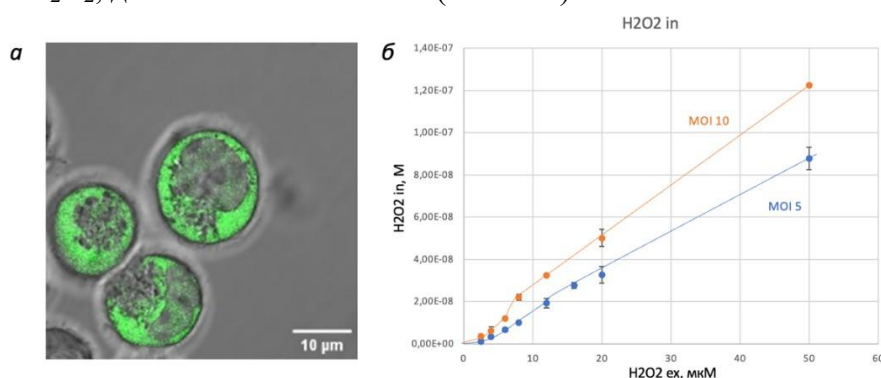
<sup>2</sup> Институт цитологии Российской академии наук (ИИЦ РАН)

Санкт-Петербург, Россия

[rybalkina-aa@yandex.ru](mailto:rybalkina-aa@yandex.ru)

Тесты, направленные на изучение активности систем антиоксидантной защиты клеток при ответе на окислительный стресс, как правило, основаны на методах молекулярного анализа и подразумевают лизис клеток. Однако, недавно был разработан новый метод, позволяющий проводить функциональные тесты с использованием живых клеток [1]. Метод основан на проведении количественной оценки концентрации перекиси водорода ( $H_2O_2$ ), устанавливающейся в клеточной цитоплазме в условиях внешнего  $H_2O_2$ -индуцированного стресса. Важной составляющей этой методики является использование в экспериментах трансгенных клеток, экспрессирующих в цитоплазме NuPer – флуоресцентно-активный генетически-кодированный биосенсор  $H_2O_2$  (Рис. 1. а.). В настоящей работе стояла задача проанализировать корректность проводимых измерений при высоких уровнях экспрессии биосенсора в клетках эритробластоидной лейкемии К-562. Культуры К-562, экспрессирующие NuPer, были получены путем трансдукции соответствующими лентивирусами [1]. При трансдукции клеток с различной множественностью заражения (МОИ) были получены линии со стандартным и высоким уровнем экспрессии биосенсора NuPer: МОИ 5 и МОИ 10.

Проведенные измерения показали, что уровень  $H_2O_2$ , устанавливающийся в цитоплазме клеток линии К-562 МОИ 10, превышает таковой в клетках линии МОИ 5 – при любой концентрации  $H_2O_2$ , добавляемой к клеткам (Рис.1. б.).



**Рисунок 1 – а – локализация NuPer в цитозоле клеток К-562; б – цитоплазматическая концентрация  $H_2O_2$  в зависимости от внеклеточной концентрации  $H_2O_2$  в линиях МОИ 5 и МОИ 10**

Полученные данные свидетельствуют о том, что трансдукция клеток К-562 в условиях МОИ 10 приводит к высокой, нагрузочной, концентрации NuPer в клеточной цитоплазме. При индукции окислительного стресса в таких клетках может наблюдаться истощение цитоплазматических систем антиоксидантной защиты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Olga Lyublinskaya et al, Resistance to  $H_2O_2$  – induced oxidative stress in human cells of different phenotypes. – Redox Biology. – Vol. 50 – 2022 – p. 102245

## ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ХИТОЗАНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ *BACILLUS VELEZENSIS* 67(1)

Е.В. Соболева<sup>1</sup>, Т.О. Артамонова<sup>2</sup>, В.Р. Сергеев<sup>1,2</sup>, Ю.В. Киль<sup>1</sup>, Г.Н. Рычков<sup>1,2</sup>, М.А. Суржик<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Петербургский институт ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт»  
Гатчина, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[Surzhik\\_MA@npi.nrcki.ru](mailto:Surzhik_MA@npi.nrcki.ru)

Водорастворимые низкомолекулярные продукты деполимеризации хитозана обладают широким спектром биологической активности, которая нашла множество применений в медицине, косметологии, в пищевой, фармацевтической, текстильной и сельскохозяйственной промышленности [1]. Физико-химические свойства олигомерного хитозана во многом определяются методом его получения. Для снижения степени полимеризации хитозана был разработан широкий спектр химических и физических методов. Одним из наиболее перспективных способов является ферментативная деполимеризация хитозана, поскольку происходит в более мягких условиях (рН, температура) и контролируется конечный продукт реакции. Ферментативная деполимеризация хитозана осуществляется хитозаназами, обладающими узкой либо широкой субстратной специфичностью. Хитозаназы катализируют гидролиз  $\beta$ -1,4-гликоозидных связей в хитозане, образуя смесь хитоолигосахаридов [2].

Целью данной работы является поиск и изучение новых ферментов, способных деполимеризовать хитозан. В результате скрининга почвенных микроорганизмов был отобран природный изолят 67(1) с высокой хитозаназной активностью. На основании филогенетического анализа по последовательности гена 16S РНК и результатов масс-спектрометрического анализа частично-очищенной хитозаназы, отобранный изолят был охарактеризован как *Bacillus velezensis* 67(1), а продуцируемый им фермент с хитозаназной активностью отнесен к семейству 46 гликозилгидролаз (GH46). Изолят 67(1) может проявлять хитозаназную активность без хитозана в качестве индуктора, а лучшими источниками углерода и азота, увеличивающими хитозаназную активность в культуральной среде, оказались мальтоза и сульфат аммония соответственно. Максимальный уровень хитозаназной активности в культуральной среде составлял 1350 ед/л и достигался после 48 часов инкубации при 30°C. Ферментный препарат обладал максимальной активностью при рН 4.5 и температуре 60°C. При определении остаточной активности после инкубации ферментного препарата изолята 67(1) без хитозана препарат оставался стабилен только до 40°C. В присутствии 0,1% хитозана при высокотемпературной инкубации оказалось, что хитозаназная активность препарата способна восстанавливаться до 100 и 96% после прогрева при 75°C и 80°C соответственно и до 49% после инкубации при 100°C. Было показано, что ферментный препарат хитозаназы из изолята 67(1) гидролизует хитозан до хитоолигосахаридов со степенью полимеризации от 2 до 6.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №1023031500033-1-1.6.7;1.6.4;1.6.8).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Chitin, Chitosan, Oligosaccharides and Their Derivatives: Biological Activities and Applications // Ed. Kim S.-K. Boca Raton–London-NY: CRC Press. Taylor & Francis Group, – 2010. – P. 195–480
2. Г.Э. Актуганов, А.И. Мелентьев Особенности деполимеризации хитозана хитиназами, хитозаназами и неспецифическими ферментами при получении биоактивных хитоолигосахаридов // Прикладная биохимия и микробиология, – 2017 – Т.53 – № 6 – С. 551–567.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАТИМОЙ СОРБЦИИ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ НАНОВЕЗИКУЛ С ПОМОЩЬЮ АПТАМЕРОВ

А.А. Рямова<sup>1</sup>, Т.В. Шаронова<sup>2</sup>, А.В. Малек<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>НМИЦ онкологии им. Н.Н.Петрова

Санкт-Петербург, Россия

[anuyuta.ryamova@mail.ru](mailto:anuyuta.ryamova@mail.ru)

На сегодняшний день остается актуальной проблема роста онкологических заболеваний. Эффективность лечения зависит от раннего выявления патологии. Однако традиционные методы диагностики позволяют обнаружить заболевание только на более поздних стадиях, что приводит к трудноизлечимым осложнениям. Для решения данной проблемы разрабатываются новые терапевтические подходы, которые отличаются высокой чувствительностью и специфичностью и позволяют диагностировать онкологические заболевания на ранних стадиях. Один из таких подходов предполагает использование внеклеточных нановезикул (ВНВ), диагностический потенциал которых основан на связывании ДНК-аптамеров с везикулярными маркерами.

Целью исследования является разработка технологии обратимой сорбции внеклеточных нановезикул с помощью аптамеров.

*Материалы и методы.* В рамках данного исследования были использованы ВНВ плазмы крови, полученные из плазмы здоровых доноров мужского и женского пола. Выделение ВНВ из плазмы крови проводилось стандартным методом последовательного ультрацентрифугирования с незначительными модификациями. Выделенные ВНВ были окрашены мембранным красителем CFSE. Характеризацию выделенных ВНВ проводили с помощью счетчика частиц NanoSight NS300. Для сорбции ВНВ были взяты два вида магнитных сорбентов со стрептавидином: ООО «Биомагнетик» и ООО «Силекс». Для оценки связывания использовался проточный цитометр CytoFLEX LX (Beckman Coulter), оснащенный лазером для измерения прямого и бокового светорассеяния. Для выявления наиболее подходящих условий десорбции ВНВ с аптамеров использовалась различная концентрация NaCl, а также варьировался температурный режим.

По результатам исследования были выбраны магнитные частицы ООО «Силекс», так как они обладают наилучшей связывающей способностью с ДНК-аптамером и по сравнению с другими частицами у них отсутствует не специфическое взаимодействие с ВНВ. Также были подобраны оптимальные условия для сорбции и десорбции внеклеточных нановезикул: температура (комнатная) и концентрация NaCl (500мМ). Стоит отметить, что после десорбции ВНВ их качественные и количественные характеристики оставались прежними.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Nanotechnology in cancer diagnosis: progress, challenges and opportunities / Ye Zhang, Maoyu Li, Xiaomei Gao [и др.] // *Hematology & Oncology*. – 2019. – V. 12, Nb 1. – pp. 1-13.
2. Количественный анализ внеклеточных нановезикул с помощью AUNP-аптасенсора: новые возможности диагностики рака желудка / Л.М. Забегина, М.А. Беляев, К.Е. Кацуба [и др.] // *Поволжский Онкологический вестник*. – 2023. – Т. 14, № 3. – С. 1-16.
3. Калюжный С.А. Внеклеточные везикулы, выделяемые опухолевыми клетками. [Электронный ресурс] // STUDYLIB: информ. – справочный портал. 2014. URL: <https://studylib.ru/doc/2089622/vnekletochnye-vezikuly--vydelyaemye-opuholevymi-kletkami-ka...> (дата обращения: 04.03.2024)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МУТАЦИЙ В ГЕНЕ *CFTR* МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МУКОВИСЦИДОЗА

О.А. Семичева<sup>1</sup>, А.С. Мороз<sup>1,2</sup>, В.С. Федорова<sup>1</sup>, У.А. Галактионова<sup>1</sup>, О. Образцова<sup>1,2</sup>, В.Н. Большаков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Вега»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[osemicheva@alkorbio.ru](mailto:osemicheva@alkorbio.ru)

Диагностика муковисцидоза (кистозного фиброза) входит в программу расширенного неонатального скрининга в РФ. Первоначальная диагностика проводится методом определения уровня иммунореактивного трипсина в крови и уровня хлоридов в поту новорожденного. При положительных результатах необходимо провести анализ на наличие мутаций в гене *CFTR*, который кодирует трансмембранный белок - хлорный канал. Мутации в разных частях гена приводят к различным нарушениям в структуре и функции белка, от которых зависит тяжесть протекания заболевания и методы его лечения [1]. Одним из методов выявления мутаций является ПЦР в реальном времени с флуоресцентной детекцией, который широко применяется в лабораториях клинической диагностики.

*Цель работы* – создание мультиплексированной системы ПЦР в реальном времени с флуоресцентной детекцией для выявления спектра мутаций в гене *CFTR* у пациентов с подозрением на муковисцидоз, удобного для использования в лабораториях клинической диагностики.

*Материалы и методы.* По результатам анализа регистра пациентов с муковисцидозом в РФ [2] было выявлено 15 наиболее распространенных мутаций (суммарная частота встречаемости 78,5%). Для этих мутаций были определены нуклеотидные последовательности, которые использовались для создания праймеров и флуоресцентных зондов. Затем соответствующие олигонуклеотиды были синтезированы, и их чувствительность и специфичность были проверены методом ПЦР в реальном времени на разных образцах.

*Результаты и их обсуждение.* Результаты проведенных экспериментов показали, что для определения мутаций типа делеций/инсерций длиной более одного нуклеотида (6 мутаций) можно использовать специфические флуоресцентные зонды. Для определения мутаций типа делеций/инсерций одного нуклеотида (3 мутации) и замены одного нуклеотида (6 мутаций) необходимо использовать специфические праймеры. Использование комбинации двух систем дискриминации (праймер или зонд) может усложнить процесс мультиплексирования.

*Заключение.* Определен спектр мутации в гене *CFTR* для включения в мультиплексированную систему ПЦР в реальном времени с флуоресцентной детекцией для генотипирования пациентов с подозрением на муковисцидоз, разработаны подходы для дискриминации различных типов мутаций. Ведутся работы по мультиплексированию и оптимизации работы различных компонентов реакции, разрабатываются необходимые контроли проверки качества используемых образцов и условий проведения реакций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный консенсус (2-е издание) «Муковисцидоз: определение, диагностические критерии, терапия» 2018/ Под редакцией Е.И. Кондратьевой и др. – М.: ООО «Компания БОРГЕС», 2018, 356 с.
2. Регистр пациентов с муковисцидозом в Российской Федерации. 2021 год. / Под редакцией С.А. Красовского и др. – СПб.: Благотворительный фонд «Острова», 2023. – 81 с.

## PASS ONLINE-ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ПРОИЗВОДНЫХ БЕТУЛИНА

Хуавэй Сюй, Ю.Г. Базарнова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[xuhuawei666@mail.ru](mailto:xuhuawei666@mail.ru)*

В настоящее время онкологические заболевания, входящие в пятерку основных смертельных заболеваний человека, представляют серьезную угрозу для жизни и здоровья людей, поэтому разработка противоопухолевых препаратов является передовым направлением исследований при разработке терапевтических препаратов и онкопрофилактических средств. Исследования показали, что бетулин и его производные оказывают значительное ингибирующее действие на пролиферацию клеток рака шейки матки человека HeLa, клеток гепатоцеллюлярной карциномы человека SMMC-7721 и клеток рака желудка человека SGC-7901 *in vitro* [2].

Бетулин принадлежит к классу пентациклических тритерпеноидов, широко распространенных в природе и обладающих разнообразными фармакологическими свойствами, включая противовоспалительную, противовирусную, противоопухолевую и антиоксидантную активность. При лечении рака производные бетулинола обладают высокой избирательностью в отношении раковых клеток, при этом механизм действия бетулинола сводится к гибели клеток за счет снижения мембранного потенциала митохондрий и высвобождения модулирующих факторов [1].

Нами выполнен анализ противоопухолевой активности бетулинола и бетулиновой кислоты с помощью программы PASS Online.

**Таблица 1 - Прогноз биологической активности бетулина и бетулиновой кислоты с использованием PASS Online**

Противоопухолевая активность	Бетулин		Бетулиновая кислота	
	Pa, %	Pi, %	Pa, %	Pi, %
Антинеопластические (меланома)	0.899	0.003	0.854	0.003
Антинеопластический (колоректальный рак)	0.847	0.004	0.800	0.004
Антинеопластический (рак яичников)	0.792	0.003	0.720	0.004
Антинеопластический (рак молочной железы)	0.790	0.004	0.730	0.005
Антинеопластический (эндокринный рак)	0.686	0.001	0.698	0.001
Лечение рака предстательной железы	0.667	0.005	0.514	0.012
Дерматология	0.653	0.012	0.679	0.009
Противовоспалительные	0.642	0.015	0.684	0.011
Антинеопластическое (рак мозга)	0.567	0.009	0.593	0.007

Сравнительный анализ активности бетулина и бетулиновой кислоты, приведенный в таблице, показывает, что бетулин и бетулиновая кислота обладают высоким противоопухолевым действием (Pa >70%) относительно меланомы, колоректального рака и др. Бетулиновая кислота способна к проявлению более выраженного фармакологического эффекта при лечении эндокринного рака, рака простаты и мозга, что может быть связано с присоединением карбоксильной группы, которая приводит к повышению биоактивности бетулинового спирта, и что дает основания для изучения других его производных.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Bedoya L M, Beltran M, Garcia-Perez J, et al. Promiscuous, multi-target lupane-type triterpenoids inhibits wild type and drug resistant HIV-1 replication through the interference with several targets [J]. *Front Pharmacol*, 2018, 9: 358.
2. Song T, Mou Y, Zhang G. In vivo antitumor effects and mechanism of betulinol [J]. *World TCM*, 2014, 9(7): 916-918.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ *RHODOTORULA*

Д.И. Телух, Е.С. Белокурова

Санкт-Петербургский Политехнический Университет им. Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[antarased1@gmail.com](mailto:antarased1@gmail.com)

В последние годы большой интерес для научных исследований представляют красные дрожжи, синтезирующие каротиноиды. Каротиносинтезирующие дрожжевые грибы используют при производстве комбикормов, в фармацевтической промышленности для изготовления лекарственных препаратов и в косметологии, в пищевой промышленности каротиноиды используются как пищевая добавка при производстве хлеба, масла, маргарина и других продуктов, а также в качестве красителей для вареных колбас, безалкогольных напитков, выпечки и др [1].

*Цель* настоящего исследования – разработать питательные среды для каротиноидных дрожжей *Rhodotorula rubra*, *Rhodotorula roseum*. В соответствии с поставленной целью исследования разрабатывались наиболее перспективные рецептуры питательных сред, на которых регистрируется наибольший выход дрожжей.

При разработке новых питательных сред за основу были взяты классические среды, широко используемые для выращивания дрожжей и плесневых грибов. В нашем случае были выбраны 3 среды: 2 натуральные и одна полусинтетическая. Вариант 1 на основе – ГМФ-агара; вариант 2 – на основе картофельного отвара; вариант 3 – полусинтетическая питательная среда на основе маннита, дрожжевого экстракта и солей. В подготовленные в соответствии с рецептурами, простерилизованные и охлажденные до 30 °С питательные среды вносили выбранные штаммы дрожжей *Rhodotorula* и помещали в термостат для культивирования.

Определение концентрации выращенных клеток дрожжей после культивирования проводили выделением чистой культуры методом истощающего штриха бактериологической петлей из накопительной культуры на поверхность агаризованной среды в чашках Петри. А также определяли морфометрические характеристики выращенных дрожжевых клеток методом прямой микроскопии прижизненных неокрашенных препаратов.

*По результатам проведенных исследований.* Титр культуры *Rhodotorula roseum* выше, чем титр *Rhodotorula rubra*. По морфологическим характеристикам клетки *Rhodotorula roseum* крупнее, чем у *Rhodotorula rubra*, поэтому и биомасса этого штамма дрожжей накапливается быстрее. Самые высокие результаты по накоплению биомассы в использовании питательной среды были достигнуты с вариантом 3, поскольку именно этот вариант показал наивысшие показатели роста для двух культур.

*Вывод.* Максимальное количество биомассы можно получить из штамма *Rhodotorula roseum* при выращивании на полусинтетической питательной среде на основе маннита, дрожжевого экстракта и солей.

### ЛИТЕРАТУРА

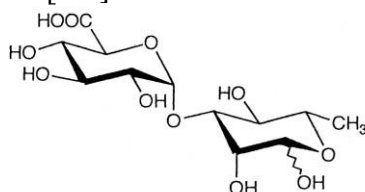
1. Maldonade, I. R. Selection and characterization of carotenoid-producing yeasts from Campinas region, Brazil / I. R. Maldonade, A. R. P. Scamparini, D. B. Rodriguez-Amaya // Brazilian journal of microbiology. – 2007. – № 38. – P. 65 - 70.

## IN SILICO ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛИСАХАРИДА КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ *CHLORELLA VULGARIS*

Е.В. Торкунова, Ю.А. Смятская

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
torkunova.ev@edu.spbstu.ru*

Полисахариды — это природные полимеры, используемые в качестве накопительных или структурных материалов в клетке [1]. В клеточной стенке *C. vulgaris* локализовано большое разнообразие полисахаридов. Один из них 3-О- $\alpha$ -D- глюкопирануринозил -L-рамнопираноза (Рис.1). В литературе описано несколько химических структур полисахаридов клеточной стенки микроводорослей не только из-за сложности этих макромолекул, но и потому, что их трудно экстрагировать [2-3].



**Рисунок 1 - Структура 3-О- $\alpha$ -D- глюкопирануринозил -L-**

**рамнопираноза**

*Цель работы* – спрогнозировать биологическую активность полисахарида 3-О- $\alpha$ -D-глюкопирануринозил-L-рамнопираноза, входящего в состав клеточной стенки *Chlorella vulgaris*, с помощью программы PASS-Online.

В ходе анализа получен перечень возможных биологических активностей и возможных побочных и токсических эффектов 3-О- $\alpha$ -D-глюкопирануринозил -L-рамнопиранозы с оценками вероятности наличия каждого вида активности  $P_a$  и вероятности отсутствия каждого вида активности  $P_i$  представлен в таблице 1:

**Таблица 1. Прогностическая оценка биологической активности полисахарида**

Активность ( $P_a > 0,4$ )	$P_a$	$P_i$	Активность ( $P_a > 0,4$ )	$P_a$	$P_i$
Антагонист рецептора анафилатоксина	0,960	0,002	Ингибитор пероксидазы NADPH	0,782	0,020
Агонист апоптоза	0,936	0,004	Антиокислитель	0,606	0,004
Ингибитор фосфатазы	0,875	0,001	Противоопухолевый	0,564	0,053
Тестостерон 17бета-дегидрогеназа (NADP+) ингибитор	0,783	0,030	Противовирусное средство	0,490	0,008

Установлено, что данное вещество обладает разными биологическими активностями, такие как антиоксидантная, противоопухолевая, противовирусная и другие. Результаты анализа отражают широкий спектр возможных применений этого соединения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bernaerts T. M. M. et al. Comparison of microalgal biomasses as functional food ingredients: Focus on the composition of cell wall related polysaccharides // *Algal Research*. – 2018. – Т. 32. – С. 150-161.
2. Chanda M., Merghoub N., El Arroussi H. Microalgae polysaccharides: the new sustainable bioactive products for the development of plant bio-stimulants? // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2019. – Т. 35. – №. 11. – С. 17
3. Baudelet P. H. et al. A new insight into cell walls of Chlorophyta // *Algal Research*. – 2017. – Т. 25. – С. 333-371.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕРУЛОПЛАЗМИНА И ФИБРИНОГЕНА НА ПОДВИЖНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МЕТОДОМ КОНФОКАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ

Н.Д. Федорова<sup>1</sup>, С.В. Горелов<sup>1,2</sup>, А.В. Швецов<sup>1,2,3</sup>, Е.Ю. Варфоломеева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НИЦ “Курчатовский институт” – ПИЯФ  
Гатчина, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”  
Москва, Россия  
[fedorova\\_nd@npi.nrcki.ru](mailto:fedorova_nd@npi.nrcki.ru)

Нейтрофилы - самые многочисленные клетки системы врожденного иммунитета, мигрирующие из русла крови в ткани к очагу воспаления. Они крайне чувствительны к микроокружению, в том числе и к составу плазмы крови. Мы предположили, что белки острой фазы воспаления (БОФ), постоянно присутствующие в плазме крови и значительно меняющие концентрацию в течение патологических и некоторых физиологических процессов, могут быть вовлечены в модификацию функциональной активности нейтрофилов. В наших более ранних работах показано влияние таких БОФ, как церулоплазмин и фибриноген на способность нейтрофилов периферической крови к генерации активных форм кислорода [1,2]. Взаимодействие церулоплазмينا и фибриногена с мембраной нейтрофилов было визуализировано с использованием конфокальной микроскопии [3].

Целью данной работы было исследование влияние церулоплазмينا и фибриногена на подвижность нейтрофилов периферической крови с использованием конфокальной микроскопии. Протокол подготовки осуществлялся в соответствии с ранее опубликованной нами методикой [4]. Оценка подвижности нейтрофилов производилась с использованием конфокального микроскопа Leica SP5 (Leica, Германия). Показано, что взаимодействие нейтрофилов периферической крови с фибриногеном приводит к увеличению подвижности клеток на подложке относительно контрольного образца, в то время как взаимодействие с церулоплазмином снижает подвижность нейтрофилов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Varfolomeeva EY et al. Ceruloplasmin decreases respiratory burst reaction during pregnancy. 2016. Free Radic Res. Vol. 50(8), pp. 909-19.
2. Федорова Н.Д. и др. Вирусные инфекции влияют на функциональную активность нейтрофилов периферической крови. Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2021. 6(1). с. 115-123.
3. Федорова Н.Д. и др. Влияние белков острой фазы воспаления на активность нейтрофилов периферической крови. Биофизика. – 2023. – Т. 68, № 3. – С. 522-528.
4. Fedorova N., Sokolov, A., Trashkov, A., and Varfolomeeva, E. 2023. The preparation of samples for studying neutrophils without their isolation. Bio. Comm. 68(3): 145–150.

## ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ЭКСТРАКТА ИЗ ПЕРЕГОРОДОК ОРЕХА ГРЕЦКОГО

Д.А. Черникова<sup>1</sup>, Ю.Г. Базарнова<sup>1</sup>, С. Джурович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт общей и физической химии  
Белград, Сербия  
[dasha511997@yandex.ru](mailto:dasha511997@yandex.ru)

*Актуальность.* В последнее время отечественными и зарубежными исследователями активно ведется работа по изучению фитохимического состава и фармакологических свойств перегородок ореха грецкого (ПОГ). Недавние исследования показали широкий спектр биологической активности ПОГ наряду с безопасностью их компонентов, фитохимический профиль которых характеризуется значительным содержанием флавоноидов и их гликозидов, фенольных кислот и полифенольных веществ. Показано, что экстракты из ПОГ обладают высокой антиоксидантной, противовоспалительной, противоопухолевой активностью, а также антимикробным и антимуtagenным потенциалом [1–3].

*Цель исследования* заключалась в идентификации фитохимических веществ и анализе состава густого экстракта фенольных соединений ПОГ, полученных от селекционных сортов Никитского ботанического сада (Крым).

*Материалы и методы.* Густой экстракт фенольных соединений получали путем упаривания под вакуумом водно-спиртовых извлечений из биомассы ПОГ. Идентификацию и анализ состава густого экстракта осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием системы UHPLC Dionex Ultimate 3000 с диодноматричным детектором, подключенным к тройному квадрупольному масс-спектрометру TSQ Quantum Access Max (ВЭЖХ-ДАД МС/МС).

*Результаты.* В составе густого экстракта идентифицированы галловая и гидроксикоричная кислоты, флавоноиды и их гликозиды. Суммарное содержание основных идентифицированных фенольных веществ в густом экстракте составило 69,43 мг/г. Содержание галловой кислоты составило 60,58 мг/г; сумма идентифицированных флавоноидов и их гликозидов — 119,75 мг/г, среди которых преобладают катехин (70,71 мг/г), кверцетин-3-О-рамнозид (23,77 мг/г) и гиперозид (кверцетин-3-галактозид) (11,67 мг/г).

*Выводы.* Полученные результаты свидетельствуют, что ПОГ являются ценным источником фенольных соединений, в связи с этим экстракты из ПОГ могут быть рекомендованы в качестве функциональных ингредиентов или использоваться в качестве фармсубстанций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mateş, L.; Rusu, M.E.; Popa, D.-S. Phytochemicals and Biological Activities of Walnut Septum: A Systematic Review. *Antioxidants* 2023, 12, 604. DOI:10.3390/antiox12030604.
2. Rusu, M.E.; Fizesan, I.; Pop, A.; Mocan, A.; Gheldiu, A.-M.; Babota, M.; Vodnar, D.C.; Jurj, A.; Berindan-Neagoe, I.; Vlase, L.; et al. Walnut (*Juglans regia* L.) Septum: Assessment of Bioactive Molecules and In Vitro Biological Effects. *Molecules* 2020, 25, 2187. DOI: 10.3390/molecules25092187.
3. Fizeşan, I.; Rusu, M.E.; Georgiu, C.; Pop, A.; Ştefan, M.-G.; Muntean, D.-M.; Mirel, S.; Vostinaru, O.; Kiss, B.; Popa, D.-S. Antitussive, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Effects of a Walnut (*Juglans regia* L.) Septum Extract Rich in Bioactive Compounds. *Antioxidants* 2021, 10, 119. DOI: 10.3390/antiox10010119.

# **БИОТЕХНОЛОГИЯ В МЕДИЦИНЕ**

## ВЫБОР СПОСОБА ЭКСТРАКЦИИ ГРИБА *TRICHAPTUM BIFORME* ДЛЯ БОЛЕЕ ПОЛНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А.А. Абржина, М.А. Бурмасова, М.А. Сысоева

*Казанский национальный исследовательский технологический университет*

*Казань, Россия*

*[abrzhinaalina@gmail.com](mailto:abrzhinaalina@gmail.com)*

Гриб *Trichaptum biforme* (Трихартум двоякий) является представителем отдела *Basidiomycota* (Базидиомицеты). Плодовые тела гриба содержат жиры, белки, макро- и микроэлементы, а также клетчатку и углеводы, фенольные соединения и флавоноиды [1].

В литературе описаны способы получения метанольных, этанольных или этилацетатных экстрактов из плодового тела *T. biforme* с помощью аппарата Сокслета. Известны также способы получения экстрактов гриба *T. biforme* с использованием стерильной дистиллированной воды, 95 % этанола и 95 % метанола с последующим высушиванием и повторным суспендированием. Описан способ получения сухих экстрактов: водных – путём кипячения при 95 °С в колбе с обратным холодильником в течение 1 часа (исчерпывающая экстракция), этанольных – методом четырехкратной ремацерации при температуре 60 °С [1].

*Цель исследований* – подобрать оптимальный способ экстракции гриба *T. biforme*, при котором наблюдается наибольшее извлечение биологически активных веществ, для разработки на их основе биологически активных добавок.

*Материалы и методы исследования.* Водные экстракты *T. biforme* получали путём кипячения в течение 1 часа (экстракт №1), а также мацерацией в течение 1 часа при температуре 70 °С с предварительной обработкой в СВЧ печи (при 180 W) (экстракт №2). Сухой остаток в экстрактах определяли по ОФС.1.4.1.0021.15 Экстракты. Определение общего количества углеводов проводили с помощью фенолсерноокислотного метода, массовой доли белка – биуретовым методом, количественное определение фенолов – с помощью реакции с 4-аминоантипирином. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Физико-химические показатели водных экстрактов из грибов *T. biforme***

Объект	Сухой остаток, г	Количество углеводов, мг/мл	Количество белка, мг/мл	Количество фенолов, мг/мл
Экстракт №1	0,704±0,000	4,715±0,628	2,958±0,109	0,129±0,005
Экстракт №2	0,868±0,023	6,690±0,051	3,102±0,205	0,149±0,001

Экстракция с применением СВЧ обработки позволяет получить в экстрактах большее количество биологически активных веществ, чем экстракция методом кипячения. Применение этого способа позволяет извлечь белка на 4 % больше, фенолов – на 15 % больше, углеводов – в 1,4 раза больше, по сравнению с водными экстрактами без СВЧ обработки.

Таким образом, более предпочтительной для получения экстрактов из гриба *Trichaptum biforme* является экстракция с применением предварительной СВЧ обработки по сравнению с экстракцией путём кипячения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Костина Н.Е. Выделение, характеристика и противовирусные свойства биологически активных веществ из высших грибов Западной Сибири / Н.Е. Костина, Ж.Б. Ибрагимова и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 1-8.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОТИПОВОГО СОСТАВА ПНЕВМОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КЛИНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Хади Алхаж

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический  
университет)*

*Санкт Петербург, Россия*

*Hadi\_alhaj@outlook.com*

Социальное и медицинское значение пневмококковых инфекций определяется высокой частотой их распространения в различных возрастных группах населения и существенной летальностью при инвазивных формах.

*Streptococcus pneumoniae* является возбудителем отита среднего уха, внебольничной пневмонии (ВП), сепсиса, менингита, бактериемии, ринита. Пневмококк преимущественно воздействует на людей с ослабленной иммунной системой, на детей, чья иммунная система не полностью сформировалась, и на пожилых людей, чья иммунная система уже ослаблена [1].

Определение серотипа, серотипирование, является неотъемлемой частью исследования данной бактерии. Данные по частоте встречаемости того или иного серотипа необходимы при разработке пневмококковых вакцин, содержащих определённые антигены. Мониторинг серотипового состава стал особенно важен после начала применения конъюгированных (7 и 11-валентных) вакцин, и последовавшего за этим явления замещения серотипов [2].

*Цель исследований* - отбор клинического материала, положительного на пневмококк, и определение серотипного состава выявленных пневмококков.

*Материалы и методы исследований.* Изучены 156 образцов, выделенных из клинического материала, предоставленного НИИ детских инфекций, на наличие пневмококковой ДНК. Были проведены анализы методом ПЦР для определения серотипа образца ДНК.

*Результаты исследования.* Обнаружено, что большое количество исследованных образцов - нетипизированные штаммы. Это распространённая проблема, связанная с явлением замещения серотипов.

*Заключение.* В целом следует увеличить количество анализируемых образцов для более достоверной выборки, необходимо оптимизировать протокол серотипирования, чтобы уменьшить процент нетипизированных образцов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Иммунологические и эпидемиологические аспекты иммуногенности капсульного полисахарида *Streptococcus pneumoniae* серотипа 3 в составе пневмококковых вакцин // А. Е. Зайцев, Е. А. Курбатова, Н. Б. Егорова [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2020. – №97(1). – С. 72-82.

2. Pai, R. Sequential Multiplex PCR Approach for Determining Capsular Serotypes of *Streptococcus pneumoniae* Isolates / R. Pai, R. E. Gertz, B. Beall // Journal of Clinical Microbiology. – 2006. – V. 44(1). – P. 124-131.

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГАЛЯЦИОННОЙ ВОДОРОДОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ЭНЦЕФАЛОПАТИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ КАПИЛЛЯРОСКОПИИ

В.В. Архипов<sup>1,2</sup>, Т.С. Хейло<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Центр терапевтической офтальмологии»  
Москва, Россия

<sup>2</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
Белгород, Россия  
[arkhipov20005@rambler.ru](mailto:arkhipov20005@rambler.ru)

Синдром энцефалопатии — синдром нервно-психических расстройств, возникающий при дисфункции головного мозга. Актуальной задачей современной медицинской науки является разработка эффективных терапевтических подходов, направленных на предупреждение прогрессирования синдрома энцефалопатии и мультитаргентном воздействии на факторы риска. H<sub>2</sub> подавляет окислительный стресс за счет дезактивации активных форм кислорода (АФК), способность улучшать микроциркуляцию, что позволяет говорить о возможности его применения в комплексе лечебных мероприятий при лечении синдрома энцефалопатии [1].

*Цель исследований* - анализ динамики клинических проявлений синдрома энцефалопатии и показателей бульбарной капилляроскопии на фоне проведения сеансов ингаляционной водородотерапии.

*Материалы и методы исследования.* Оценка эффективности ингаляционной водородотерапии проведена у 28 пациентов с синдромом энцефалопатии 1-2 степени различного генеза, получавших медицинскую помощь в амбулаторных условиях, в ООО

«Центр терапевтической офтальмологии» с февраля 2021 по март 2024г. Ингаляции H<sub>2</sub> проводились по 30 мин. 10 сеансов, водородотерапия осуществлялась с использованием аппарата генератора водорода (ООО НПО «РекавериПро» Россия). Наряду с неврологическим осмотром, коагулограммой, психологическим тестированием (CDR, MMSE, HDRS) в работе для контроля за показателями микроциркуляции применялась бульбарная офтальмологическая капилляроскопия с использованием капилляроскопа офтальмологического «ОКО» (Россия) после первичного осмотра и на 14 день после начала лечения.

*Результаты исследования.* После проведенного курса лечения, клиническое улучшение состояния с регрессом психоневрологической симптоматики отмечено у 23 (82%) пациентов. Положительная динамика качественных и количественных показателей, характеризующих микроциркуляцию по данным БК, отмечена у 21 (75%) пациентов. Полученные результаты можно связать с улучшением оксигенации клеток головного мозга за счет дезактивации, АФК и уменьшении эндотелиальной дисфункции при синдроме энцефалопатии.

*Заключение.* Методика бульбарной капилляроскопии может быть использована для диагностики и оценки эффективности лечения синдрома энцефалопатии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Yuan T, Zhao JN, Bao NR. Hydrogen applications: advances in the field of medical therapy // Medical Gas Research.- 2023.- 13 (3).-P. 99-107.



## ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА В ПЕЧЕНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Е.В.Башкатова<sup>1,2</sup>, Н.Т.Жилинская<sup>1,2</sup>, Ю.Г.Змитриченко<sup>2</sup>, Г.В.Точильников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

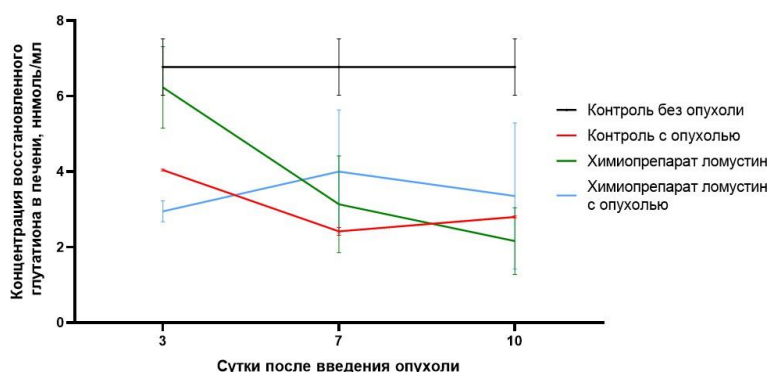
<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова  
Санкт-Петербург, Россия  
[bashkatova-liza@mail.ru](mailto:bashkatova-liza@mail.ru)

Глутатион является важным метаболитом антиоксидантной системы защиты клеток организма, участвует в процессах детоксикации, апоптоза [1]. Печень является основным органом синтеза и обмена глутатиона. Повышенный уровень свободных радикалов играет значимую роль в канцерогенезе.

*Цель исследований* - изучить изменение концентрации восстановленного глутатиона в тканях печени животных с лимфосаркомой ЛИО-1 при лечении химиопрепаратом ломустин.

*Материалы и методы исследования.* Лабораторные мыши линии BALB/c. Лимфосаркома ЛИО-1 была введена интракраниально. Лечение химиопрепаратом - через 24 часа после введения опухоли, однократно per os 50 мг/кг. Образцы печени взяты на 3, 7, 10 сутки после введения опухоли. Математическая обработка данных – в GraphPad Prism 8.

*Результаты исследования.* Динамика изменения концентрации восстановленного глутатиона в печени экспериментальных животных четырех групп представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Изменение концентрации восстановленного глутатиона в печени животных с интракраниально трансплантированной лимфосаркомой ЛИО-1**

*Заключение.* Увеличение концентрации восстановленного глутатиона в печени животных с опухолью ЛИО-1 связано, вероятно, с тем, что ломустин, снижая опухолевую активность, повышает устойчивость клеток гепатоцитов к окислительному стрессу за счет активации эндогенных антиоксидантных ферментов [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Huanhuan Lv. Unraveling the Potential Role of Glutathione in Multiple Forms of Cell Death in Cancer Therapy / Lv. Huanhuan, Z. Chenxiao, L. Junyu // Oxidative medicine and cellular longevity. – 2019. – V. 2019.-P. 1-16.
2. Kamal F.Z. The Involvement of the Oxidative Stress Status in Cancer Pathology: A Double View on the Role of the Antioxidants / K.F.Zahra, A.Ali, E.C.Abdellah [and etc]// Oxidative Medicine and Cellular Longevity.- 2021.-P. 1-25.

## БИОМЕДИЦИНСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЕЛКА ИЗ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS*

А.Р. Белоусов

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[artemkidinov@mail.ru](mailto:artemkidinov@mail.ru)

Вешенка (*Pleurotus ostreatus*) - это съедобный гриб рода вешенок семейства вешенковых. Распространен практически по всей территории Российской Федерации. Он обладает высокой питательной ценностью и приятным вкусом. Его волокнистая структура делает его ценным материалом для производства биопакетов и биоразлагаемых упаковочных материалов. Кроме того, вешенка является объектом изучения в области биотехнологии и микробиологии благодаря своему биомедицинскому потенциалу [1].

*Цель исследований* – провести анализ литературных данных по биохимическому составу *Pleurotus ostreatus*.

*Материалы и методы исследования.* Использованы базы данных eLIBRARY.ru, Scopus, Web of Science, PubMed, Research Gate.

*Результаты исследования.* Данная культура содержит большое количество биологически активных веществ: витамины, лектины, белки, пептиды, меланины и полисахариды. Белки и ферменты, находящиеся в *Pleurotus ostreatus*, обладают противогрибковыми и противовирусными свойствами, а также оказывают терапевтический эффект при лечении онкологии.

Белки, представленные в вешенке, содержатся в шляпке, ножке и мицелии. Они представляют сеть нитей, образующую ткань гриба. Белок эрготионеин имеет вторичную структуру. Белок в вешенке схож по структуре с убиквитином, сигнальным белком, который указывает на деградацию и неправильную активность других белков. За счет этого белок в грибе способен ингибировать обратную транскриптазу ВИЧ-1. Белковый экстракт, полученный из *Pleurotus ostreatus* проявлял терапевтический эффект в отношении злокачественных опухолей и лечении лейкоза [2]. К физиологическим функциям можно отнести ингибирование вирусов, снижение активности гепатита С, выступать в качестве антисептика [3].

*Заключение.* В настоящее время на базе кафедры технологии микробиологического синтеза СПб технического университета ведется изучение биологически активных веществ, содержащихся в грибе вешенка.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дриль А.А. Диссертация на тему «Формирование потребительских свойств продукции общественного питания на основе полуфабриката из культивируемых грибов вешенки обыкновенной». – Новосибирск. - 2020. - 283 с.
2. Singh RP, Bhardwaj A.  $\beta$ -glucans: a potential source for maintaining gut microbiota and the immune system //Frontiers in Nutrition. - 2023. - May 5.- P.1-23.
3. Капич, А. Н. Химический состав и антиоксидантная активность твердофазной культуры вешенки обыкновенной / А. Н. Капич, Т. А. Пучкова, О. О. Целеш, О. В. Осадчая, А. И. Козинец // Успехи медицинской микологии. – 2014. – Т. 12. – С. 306–308.

## АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА «ФЕРРИТ-ГРИБНОЙ ХИТОЗАН» В ОТНОШЕНИИ ДРОЖЖЕЙ

И.Д. Беляева<sup>1</sup>, А.Д. Беляева<sup>1</sup>, А.Р. Сахипова<sup>1</sup>, Г.Г. Няникова<sup>1</sup>, К.Д. Мартинсон<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук Санкт-Петербург, Россия  
[belyaevairina97@gmail.com](mailto:belyaevairina97@gmail.com)

В настоящее время наблюдается общемировая потребность в многофункциональных наноматериалах для различных отраслей промышленности, медицины и др. [1]. Получение биосовместимых нанокомпозитов на основе хитозана, полученного из гриба *Rhizopus oryzae* F-814 и ферритов, обладающих выраженной антимикробной активностью, является перспективным для решения различных медицинских и экологических задач.

*Цель исследований* - изучение влияния комплекса  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  – грибной хитозан ( $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-CH}$ ), полученного согласно [2], на динамику роста дрожжевых культур.

*Материалы и методы исследования.* В 14 стерильных пластиковых пробирок вносили в стерильных условиях: 20 мл питательной среды Сабуро, ферриты в концентрации 5 мг/мл: 1.1 – в шесть пробирок, 1.2 – аналогично, затем – культуры *Candida albicans* и *Candida tropicalis* ( $0,5 \text{ McF}$ ,  $0,5 \times 10^6$  КОЕ/мл) по 400 мкл так, чтобы на каждую из культур приходилось по 7 пробирок, три из которых содержат феррит 1.1, а ещё три – 1.2, седьмая – отрицательный контроль. Термостатировали при  $28^\circ\text{C}$  в течение 24 ч при 220 об/мин. Ферриты удаляли из растворов с помощью магнита и измеряли их оптическую плотность с помощью спектрофотометра Экрос.

Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

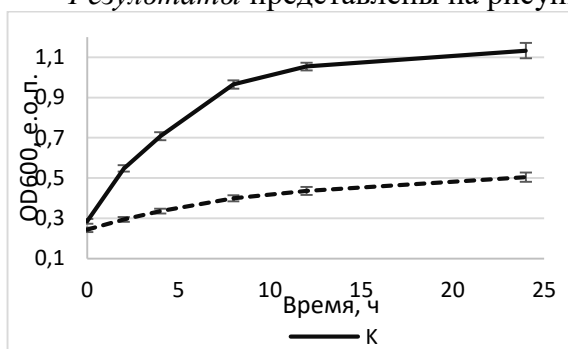


Рисунок 1 – Кривая роста *C. albicans*

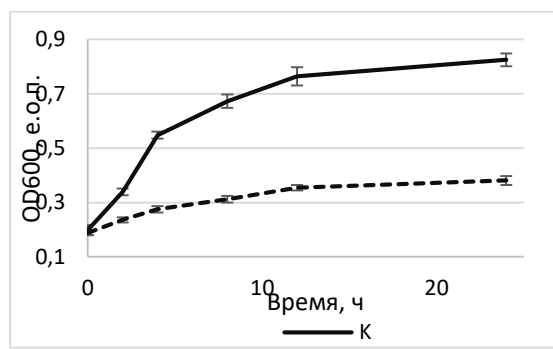


Рисунок 2 – Кривая роста *C. tropicalis*

*Заключение.* Присутствие комплекса  $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-CH}$  угнетает ростовые свойства дрожжей *C. tropicalis* и *C. albicans*, проявляя антимикробную активность.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mohammed, I., Srivastava, A. K. Polymer-nanoferrite composites: structural, transport, and magnetic properties / I. Mohammed, A. K. Srivastava //Magnetic Nanoferrites and their Composites. – Woodhead Publishing. – 2023. – P. 117-140.
2. Martinson K. D. et al. Synthesis, Structure, and Antimicrobial Performance of  $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$  ( $x= 0, 0.3, 0.7, 1.0$ ) Magnetic Powders toward *E. coli*, *B. cereus*, *S. citreus*, and *C. tropicalis* K.D. Martinson, A.D. Beliaeva, D.D. Sakhno [et al.] //Water. – 2022. – Vol. 14. – №. 3. – Manuscript 454.

## ВЛИЯНИЕ ЭТАПА СОРБЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ СУХИХ ПЯТЕН КРОВИ МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ НА МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦАХ

Н.В. Березенкова<sup>1,3</sup>, А.В. Лисок<sup>1,3</sup>, В.Н. Большаков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Компания Алкор Био»

<sup>2</sup>ООО «Вега»,

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

[berezhenkova.nv@edu.spbstu.ru](mailto:berezenkova.nv@edu.spbstu.ru)

Для выделения нуклеиновых кислот из различных биообразцов все большее применение находит метод сорбции на магнитных частицах [1]. Он относительно дешев и, что очень важно, может быть полностью автоматизирован. Эти свойства метода привлекают диагностические лаборатории, которые повсюду массовые выделения ДНК из сухих пятен крови в рамках расширенного неонатального скрининга на наследственные заболевания. Сухие пятна крови являются достаточно сложным биообразцом для выделения ДНК, и поэтому для него важен подбор правильных условий для лизиса биоматериала и сорбции ДНК.

*Цель исследований* - для сокращения времени при автоматизированном выделении ДНК, установить влияние совмещения этапа лизиса и сорбции на количество и качество выделенной ДНК.

*Материалы и методы исследования.* При проведении исследований был использован набор для выделения МагноСП-НК-Био (Компания Алкор Био, Россия) с использованием автоматической станцией для выделения Auto-Pure96 (Allsheng, Китай). В качестве референсного набора был использован набор Экстра-ДНК-Био (Компания Алкор Био, Россия). Для оценки эффективности выделения использовался метод ПЦР в реальном времени для детекции гена альбумина человека с использованием амплификатора CFX96 Touch (Bio-Rad Laboratories, США).

*Результаты исследования.* Полученные данные представлены в Таблице 1.

**Таблица 1. Значения пороговых циклов  $C_q$  при постановке ПЦР.**

Метод выделения	$C_q$	$\bar{C}_q$	$\Delta C_q$
МагноСП-НК-Био с совмещением лизиса и сорбции	23,89	23,80	1,9
	23,71		
	23,79		
МагноСП-НК-Био с разделением лизиса и сорбции на 2 этапа	19,49	19,44	-2,48
	19,48		
	19,34		
Экстра-ДНК-Био (реф)	21,88	21,92	-
	21,88		
	22,00		

*Заключение.* Согласно анализу полученных результатов, при сравнении с референсными значениями, разделение этапов лизиса и сорбции увеличивает эффективность выделения приблизительно в 10 раз по сравнению с совмещением двух этапов. Поэтому для дальнейших исследований по оптимизации процесса выделения рекомендуется разделить этапы лизиса и сорбции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности применения магнитных сорбентов при выделении нуклеиновых кислот и белков. Обзор.//Sileks. Статьи: сайт. – URL: <https://sileks.com/assets/files/review/magnetic-sorbents-ver-210201.pdf> (Дата обращения: 20.03.2024).

## СОЗДАНИЕ И ВАЛИДАЦИЯ МОДЕЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРИППОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ МЫШЕЙ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАНДИДАТНЫХ ПРОТИВОГРИППОЗНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В.Р. Бикучева, О.И. Болотникова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[bikucheva@gmail.com](mailto:bikucheva@gmail.com)*

Грипп в настоящее время является одним из самых распространенных заболеваний в мире. Уникальная способность вирусов гриппа к изменчивости путем мутаций и реассортации генов – причина неконтролируемого распространения инфекции, а также быстрого приобретения устойчивости к противовирусным препаратам. В связи с этим чрезвычайно актуальны поиск и разработка новых, активных в отношении вируса гриппа, лекарственных средств, а также исследование механизма их действия. Для решения этих задач необходимо создание адекватной модели оценки эффективности противовирусных препаратов.

*Цель исследований* - оценка противовирусной эффективности коммерческих препаратов Тамифлю® и Триазавирин® в отношении пандемического штамма вируса гриппа A/California/07/09 H1N1pdm (m.a.) адаптированного к мышам, а также валидация экспериментальной мышинной модели гриппозной инфекции.

*Материалы и методы исследования.* В работе использовали беспородных мышей массой 10-18 г. полученных из питомника «Андреевка» (Московская обл.) и штамм вируса гриппа A/California/07/09 H1N1pdm (m.a.). Проведение исследования и содержание животных осуществляли в соответствии с Руководством по содержанию и использованию лабораторных животных [1]. Эффективность препаратов оценивали по показателям выживаемости в экспериментальных группах, по сравнению с группой контроля, а также по увеличению средней продолжительности жизни [2]. Дополнительно для более детальной оценки воздействия препаратов определяли уровень репродукции вируса в тканях лёгких у экспериментальных животных.

*Результаты исследования.* В результате проведённых исследований была показана устойчивость исследуемого штамма вируса гриппа к Тамифлю® и умеренная эффективность препарата к Триазавирину®. При изучении эффективности Тамифлю® и Триазавирин® в экспериментах на мышах, интерназально инфицированных штаммом A/California/07/09-H1N1pdm (m.a.), было показано наличие чувствительности к препарату Триазавирин® и отсутствие чувствительности к препарату Тамифлю®, несмотря на доказанную эффективность обоих препаратов в клинических исследованиях.

*Заключение.* При планировании экспериментов по изучению эффективности противовирусных препаратов необходимо использовать различные серотипы вируса, циркулирующие как в человеческой популяции, так и выделенные от животных и птиц.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по содержанию и использованию лабораторных животных: Восьмое издание / Д.С. Гарбер, Р.В. Барби, Д.Т. Билицки [и др.]; Под редакцией И.В. Белозерцевой, Д.В. Блинова, М.С. Красильщиковой. – Восьмое издание. – Москва: ООО «ИРБИС», 2017. – 304 с.
2. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Москва: Издательство «Медицина».- 2005 – 832 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОГЕРПЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДАФНЕТИНА И ЕГО КОМБИНАЦИЙ

Е.К. Билятдинова<sup>1</sup>, А.А. Орлова<sup>1</sup>, К.В. Сивак<sup>2</sup>, Д.Н. Разгуляева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт гриппа им. А.А.Смординцева»  
Санкт-Петербург, Россия  
[elena.2001.k9@gmail.com](mailto:elena.2001.k9@gmail.com)

Вторичные метаболиты растений обладают значительным терапевтическим потенциалом и применяются в современной медицине. Было установлено, что экстракт листьев *Holoptelea integrifolia*, содержащий кумарин дафнетин и хлорогеновую кислоту, обладает противовирусной активностью в отношении вируса простого герпеса (HSV-1) [1]. Некоторой противогерпетической активностью обладает натрия рутина сульфат [2]. Также в экспериментах *in vivo* [3] было показано, что рутозид и хлорогеновая кислота обладают противовоспалительной активностью, ингибируя синтез медиаторов воспаления. Целью данной работы явилось изучение противогерпетической активности дафнетина, рутозида и хлорогеновой кислоты в зависимости от концентрации. *Материалы и методы.* Для построения калибровочных графиков готовили двукратные разведения каждого образца в 50 %-ном изопропанолем, начиная с концентрации 20 мкг/мл, до разведения 1:16 включительно. Значения оптической плотности измеряли на спектрофотометре Epoch2 (BioTek Inc). Противовирусную активность оценивали в культуре клеток линии Vero (0-500 мкг/мл). *Результаты.* Получены приемлемые значения растворимости соединений в культуральной среде и растворах спирта. Для количественного анализа в выбранном диапазоне концентраций (1,25 - 20 мкг/мл) уравнения линейной регрессии составили: дафнетин (при  $\lambda=320$  нм)  $y = 0,0684x - 0,0198$  ( $R^2 = 0,9994$ ); рутозид (при  $\lambda=360$  нм)  $y = 0,0314x - 0,0078$  ( $R^2 = 0,9999$ ); хлорогеновая кислота (при  $\lambda=330$  нм)  $y = 0,0544x - 0,0456$  ( $R^2 = 0,9985$ ). Первичный скрининг противовирусной активности в отношении HSV-1 показал активность дафнетина и рутина (в диапазоне изученных концентраций), в комбинации с другими противовоспалительными и антиоксидантными компонентами, представляющего потенциал для создания средств терапии герпесвирусных инфекций у человека и животных. *Выводы.* Дафнетин, рутозид и хлорогеновая кислота могут быть активными фармацевтическими субстанциями для создания новых противогерпетических препаратов.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания МЗ РФ № TVKQ-2024-0004 (2024–2026).

### ЛИТЕРАТУРА

1. LC-ESI-QTOF-MS/MS of *Holoptelea integrifolia* (Roxb.) Planch. leaves and In silico study of phenolic compounds' antiviral activity against the HSV1 virus / F. S. M. Mahrous [et al.] //Azhar International Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences. – 2021. – Vol. 1. – №. 3. – P. 91-101.
2. In vitro anti-HIV and-HSV activity and safety of sodium rutin sulfate as a microbicide candidate / J. Tao [et al.] //Antiviral research. – 2007. – Vol. 75. – №. 3. – P. 227-233.
3. Evaluation of the anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of the natural polyphenol chlorogenic acid / M. D. Dos Santos [et al.] //Biological and Pharmaceutical Bulletin. – 2006. – Vol. 29. – №. 11. – P. 2236-2240.

## В ПОИСКАХ НОВЫХ ЛЕЧЕБНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ ОБРАТИМСЯ «НАЗАД В БУДУЩЕЕ»

Н.А. Верлов<sup>1</sup>, А.В. Яковлева<sup>2</sup>, И.И. Скибо<sup>2</sup>, В.Л. Эмануэль<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия

<sup>2</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия  
[vladimirem1@gmail.com](mailto:vladimirem1@gmail.com)

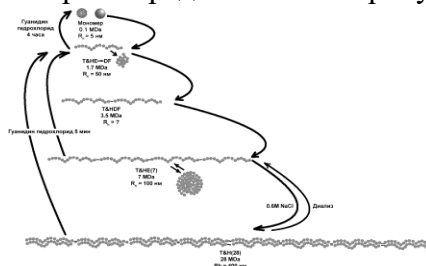
Современные биофизические технологии позволяют интерпретировать филогенез биохимических реакций в обеспечении биологических функций.

*Цель исследований* - изучение биофизических свойств мочи биохимического верифицированного состава для аппроксимации в саногенетические и патогенетические процессы *in vivo*.

*Материалы и методы исследования.* Обобщены результаты сравнительных исследований биофизических свойств мочи (измерения размеров частиц методом динамического светорассеивания, их заряда - измерением Z-потенциала, капиллярный электрофорез, атомная силовая микроскопия) у здоровых лиц и пациентов с различной соматической патологией.

*Результаты исследования.* Уромодулин (UMD) - протеом мочеобразования, синтезируется исключительно в эпителиоцитах толстого восходящего отдела петли Генле и представляет собой белок с молекулярной массой 87 кДа. В процессе созревания UMD гликозилируется, что определяет его высокую электроотрицательность ( $pI=3.2$ ). В моче полимеризуется до крупных макромолекулярных комплексов с массой до 7-28 МДа, выполняя свою саногенетическую роль [1]. Эти биофизические свойства способствуют взаимодействию с пиявками I-go типа (например, у *E. Coli*), реализуя его роль в санации мочевых путей. Вместе с тем UMD, в формате мономера, через базальную мембрану поступает в интерстиций почек и системный кровоток, проявляя иммуномодулирующие свойства.

Во времена Петра I для получения фосфора из фосфата натрия использовали массовый сбор мочи солдат в казармах: в сутки здоровый человек выделяет около 100 мг полимера UMD, условия для выделения которого представлены на рисунке 1:



**Рисунок 1 - Формы белка UMD и их взаимные переходы**

*Заключение.* Показано, что системный уромодулин имеет терапевтический потенциал, в частности, при сепсисе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эмануэль В.Л. Исследование олигомерных форм белка Тамма-Хорсфалла у здоровых людей и больных мочекаменной болезнью методом динамического светорассеяния / В. Л. Эмануэль, С. Б. Ланда, М. Измайлов // Актуальные вопросы биологической и физики химии. – 2016. – Т. 1. – № 2. – С. 189-194.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ И КЛЕТОЧНОЙ КУЛЬТУРЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE* С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗИНОЛАТОВ В БИОМАССЕ РАСТЕНИЙ

М.А. Вилисова, А.И. Мироненков

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
[mariya.vilisova@spcpi.ru](mailto:mariya.vilisova@spcpi.ru)*

Микрозелень представляет собой новую функциональную пищу, характеризующуюся в целом более высоким содержанием фитонутриентов, чем их зрелые аналоги. Выращивание микрозелени получает все большее распространение благодаря быстрому циклу, качеству урожая и фитохимической ценности съедобного продукта. *Цель исследований* - определить оптимальные условия для культивирования микрозелени и клеточной культуры растений семейства *Brassicaceae* для увеличения концентрации глюкозинолатов в биомассе растений.

*Материалы и методы исследования.* Была разработана и построена гидропонная система для выращивания растительной биомассы в условиях контроля освещения, режима полива и температуры. Оптимальные условия для роста и процедура обработки семян перед посадкой позволили сократить период получения растительного материала до 4 дней. Пик содержания глюкозинолатов в микрозелени брокколи приходится на 4-5 день роста. Эмпирическим путем выбрана питательная среда, стимулирующая стабильный каллусогенез, пролиферацию и обеспечивающая дальнейший рост клеточной массы (MS: 2,4-D 1 мг/л, α-НУК 10 мг/л, 6-БАП 1 мг/л). Получена каллусная ткань с плотной глобулярной структурой. При последующих пересадках отмечена высокая выживаемость клеточной культуры (86%) с динамикой роста 0,98% в неделю. Содержание глюкозинолатов определяли по методу Fahey [1].

*Результаты исследования.* Проведен сравнительный анализа содержания глюкозинолатов в микрозелени и в каллусной ткани. Микрозелень содержит больше глюкозинолатов, чем нативное взрослое растение (1,86%). Суммарное содержание глюкозинолатов в микрозелени, выращенной в оптимальных условиях (2,83%), больше, чем у микрозелени, выращенной в стандартных условиях (2,74%). Уровень глюкозинолатов в каллусной ткани (2,81%) примерно соответствует уровню микрозелени, выращенной в оптимальных условиях. Важно отметить, что содержание глюкозинолатов соответствует максимальным значениям, зафиксированным в других исследованиях [2].

*Заключение.* Определены оптимальные условия для культивирования микрозелени и клеточной культуры растений семейства *Brassicaceae* для увеличения концентрации глюкозинолатов в биомассе растений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Fahey JW, Zalcmann AT, Talalay P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants // *Phytochemistry*. – 2001.- Vol. 56 (1). - P. 5-51.
2. Zhen-xin GU, Qiang-hui GUO, Ying-juan GU, Factors Influencing Glucoraphanin and Sulforaphane Formation in Brassica Plants: A Review, // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2012.- Vol. 11, Issue 11.- P. 1804-1816.



## ПРИМЕНЕНИЕ АЛКИЛДИМЕТИЛБЕНЗИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ ГАММА-ГЛОБУЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ

Е. А. Войниченко, Я. А. Романова, А. Х. Касимова, И. А. Боталова

*Удмуртский Государственный университет  
Ижевск, Россия  
[zhenya15012001@gmail.com](mailto:zhenya15012001@gmail.com)*

Плазма убойных животных является сравнительно дешевым вторичным сырьем и может стать альтернативным ресурсом для получения ветеринарной фармацевтической продукции. Важно также учитывать экологические аспекты, связанные с утилизацией остатков плазмы, которые могут наносить вред окружающей среде. В связи с этим необходимо разрабатывать биосферно-допустимые технологии фракционирования неостребованных биоресурсов в нестандартных условиях для производства фармацевтических биопрепаратов с наивысшим уровнем качества [1].

*Цель исследований* - на этапе заготовки плазмы изучить возможность использования комбинации дезинфектанта алкилдиметилбензиламмония хлорида (ЧАС А) и фракционирующего раствора сульфата аммония для стабилизации белка и подавления роста микроорганизмов [2, 3].

*Материалы и методы исследования.* Использование ЧАС А при конечной концентрации 0,07 % не оказывает влияние на распределение общего белка и электрофоретический спектр образцов при фракционировании белков плазмы 33 % от насыщения сульфатом аммония. Полученные фракции хранили в течение 6 месяцев при температуре  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  в виде суспензии (60 % сульфат аммония от насыщения, 0,07 % ЧАС А). В качестве контрольных образцов исследовали фракции, полученные с помощью 33 % сульфата аммония от насыщения без добавления дезинфектанта.

Хранение исследуемых образцов в течение 6 месяцев не влияет на белковый спектр и биохимические показатели гамма-глобулиновой фракции белков плазмы. Гамма-глобулиновая фракция в первый день содержала  $62 \pm 5$  % иммуноглобулина, через 6 месяцев хранения содержание иммуноглобулина составило  $60 \pm 4$  %. Результаты фракционирования анализировали с помощью электрофореза в 8 % полиакриламидном геле в диссоциирующих условиях.

В процессе хранения проводили микробиологический анализ на мясо-пептонном агаре, оценивали количество колоний микроорганизмов, выросших на чашке Петри.

*Заключение.* Через 6 месяцев хранения в образцах плазмы с ЧАС А наблюдается полное подавление роста микроорганизмов, в контрольном образце – сплошной рост микроорганизмов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Зубкова Н.В. Обеспечение инфекционной безопасности препаратов из плазмы крови доноров / Н.В. Зубкова // Гематология и трансфузиология. – 2014. –Т. 59. – №2. – С. 44-49.
2. Maris P. Modes of action of disinfectants / P. Maris – Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. – 1995. – 14 (1). – P. 47–55.
3. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот / Л. А. Остерман. – М.: МЦНМО, 2002. – 248 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СКВАЛАН-ТОКОФЕРОЛ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОСПЕЦИФИЧЕСКОЙ СЫВОРОТКИ

М.К. Ворсина

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт вакцин и сывороток  
Санкт-Петербург, Россия  
[vorsina.02@mail.ru](mailto:vorsina.02@mail.ru)*

Требования к адьювантам, которые используются для производства антител у лабораторных животных: стимуляция выработки большого количества антител, коммерческая доступность и простота использования. Для таких целей производства часто используют полный адьювант Фрейнда, несмотря на свою эффективность, он вызывает большое количество побочных эффектов. Актуальным является подбор альтернативных веществ, улучшающих иммунный ответ. Одним из перспективных систем – это вспомогательная смесь на основе сквалана и токоферола.

*Цель исследований* - оценить возможность применения вспомогательной системы сквалан-токоферол при иммунизации овец для получения моноспецифической сыворотки к гемагглютинирующему вирусу гриппа.

*Материалы и методы исследования.* Овец иммунизировали по следующей схеме: первая иммунизация - подкожно, вторая иммунизация – внутримышечно, третья иммунизация – внутривенно, четвертая иммунизация – внутримышечно и пятая иммунизация – внутривенно. Раствор для иммунизации включал в себя гемагглютинин вируса гриппа A/Thailand/8/2022 (H3N2) IVR-237 и вспомогательную систему сквалан- токоферол (СТА). Эффективность оценивали количественным содержанием антител в сыворотке методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Для оценки реактогенных свойств СТА в месте инъекций регистрировали результаты наблюдений за овцами раз в неделю. Специфичность сыворотки оценивали методом иммунодиффузии в агарозном геле.

*Результаты исследования.* При количественном анализе сывороток крови овец было найдено, что количество антител (5,5 – 7) мкл/мл агарозы. У экспериментальной группы не наблюдалось местных реакций на протяжении всего исследования. При проведении метода иммунодиффузии в агарозном геле с использованием гомологичного антигена образовалась только одна дуга преципитации, что подтверждает моноспецифичность сыворотки по отношению к другим штаммам вируса гриппа.

*Заключение.* Вспомогательная система сквалан-токоферол может быть рекомендована к использованию для получения моноспецифических сывороток к гемагглютинирующему вирусу гриппа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Leenaars M. Adjuvants in Laboratory Animals: evaluation of immunostimulating properties and side effects of Freund's complete adjuvant and alternative adjuvants in immunization procedures, 1997. – P. 216.
2. arçon, Nathalie; Vaughn, David W; Didierlaurent, Arnaud M. Development and evaluation of AS03, an Adjuvant System containing  $\alpha$ -tocopherol and squalene in an oil-in-water emulsion // Expert Review of Vaccines. - 2012. - V.11 (3). - P. 349–366.

## АНТИТЕЛА К ГИПОХЛОРИТ-МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛИПОПРОТЕИНАМ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ

К.Н. Григорьева<sup>1</sup>, А.А. Дмитриева<sup>2</sup>, А.А. Иванова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Институт экспериментальной медицины,<sup>1,2</sup> Санкт-Петербург, Россия

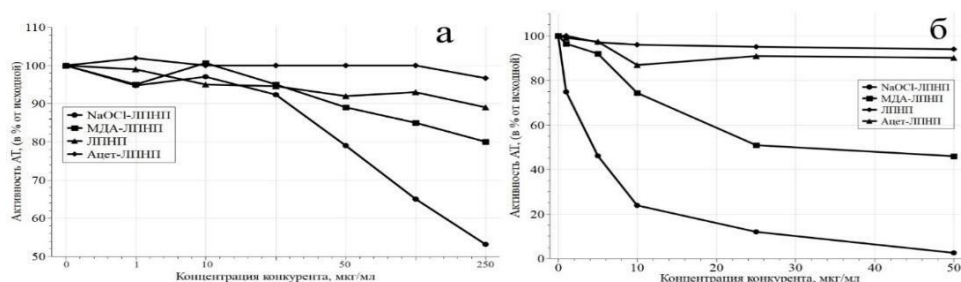
[ks\\_grigorieva24@mail.ru](mailto:ks_grigorieva24@mail.ru)

Модифицированные липопротеины низкой плотности (ЛПНП) обладают иммуногенными свойствами и индуцируют выработку антител (АТ) [1]. Миелопероксидаза катализирует окисление ионов хлора до хлорноватистой кислоты, которая способствует образованию последующих активных галогенсодержащих соединений, взаимодействующих с белками и липидами ЛПНП.

*Цель исследований* - получение модифицированных ЛПНП, ответственных за образование специфических АТ.

*Материалы и методы исследования.* Для получения модифицированных ЛПНП использовали малоновый диальдегид (МДА-), уксусный ангидрид (ацет-) и гипохлорит натрия (NaOCl-). АТ класса IgG к NaOCl-ЛПНП были выделены методом аффинной хроматографии. Из этого пула были выделены специфичные АТ к NaOCl-ЛПНП. В качестве сорбента применялась CNBr-сефароза 4В, конъюгированная с человеческим сывороточным альбумином (ЧСА), модифицированным NaOCl. Для проверки чистоты выделенных АТ образцы разделили методом вертикального электрофореза в 10% полиакриламидном геле. Специфичность АТ против NaOCl-ЛПНП проверяли с помощью конкурентного иммуноферментного анализа (КИФА).

*Результаты исследования.* В крови человека были обнаружены АТ классов IgG и IgM против NaOCl-ЛПНП (с преобладанием класса IgG). Методом КИФА было установлено, что в сыворотках крови человека действие АТ классов IgG ингибировалось только собственным антигеном (NaOCl-ЛПНП), а не МДА-ЛПНП, ацет-ЛПНП и ЛПНП (рис. 1а). За связывание с АТ к NaOCl-ЛПНП конкурировали сами NaOCl-ЛПНП и, в меньшей степени МДА-ЛПНП. Ацет-ЛПНП и нативные ЛПНП не уменьшали эффективности связывания АТ со своим антигеном (рис. 1б).



**Рисунок 1 - Результаты конкурентного иммуноферментного анализа**

*Заключение.* NaOCl-ЛПНП формируют эпитопы, независимые от других изучаемых модификаций ЛПНП. Эти эпитопы ответственны за образование специфических АТ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Belik I. V., Ivantsova A. A., Mamedova Z. E., Denisenko A. D. Antibodies against modified low-density lipoproteins and their complexes in blood of patients with various manifestations of atherosclerosis // Biochemistry Suppl. Ser. B: Biomed. Chem.-2016. -Vol.10.- No.4. - P.346-350.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ РЕКОМБИНАНТНЫХ АЛЛЕРГЕНОВ В ДРОЖЖАХ *PICHELIA PASTORIS*

Г.С. Дзегер<sup>1,2</sup>, Д.В. Лукьянов<sup>2</sup>, С.В. Коклюшкина<sup>2</sup>, В.Н. Большаков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Вега»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[gdzheger@alkorbio.ru](mailto:gdzheger@alkorbio.ru)

На сегодняшний день в нашей стране остро стоит вопрос разработки и совершенствования отечественных тест-систем для оценки сенсибилизации к белкам-аллергенам. Доля пациентов с пыльцевой аллергией является весомой [1]. Минорный аллергокомпонент пыльцы березы *Bet v2*, принадлежащий к семейству профилинов, является значимым для больных сезонным поллинозом [2].

*Цель исследования* - на базе биохимической лаборатории ГК «Алкор Био» провести работы по получению рекомбинантного антигена пыльцы березы *Bet v2* бактериальной экспрессионной системе *E. coli*. Полученный антиген не отвечал заданным требованиям для его использования в иммуноферментном анализе, т.к. клетки *E. coli* продуцировали белок неправильной структуры. Было принято решение использовать в качестве штамма-продуцента рекомбинантного аллергена *Bet v2* дрожжи *Pichia pastoris*. Дрожжевая экспрессионная система имеет ряд преимуществ по сравнению с бактериальной, позволяет получать рекомбинантные белки с правильной структурной организацией с возможной модификацией на посттрансляционном этапе.

*Материалы и методы исследования.* Ключевыми этапами в получении клеток-продуцентов аллергокомпонента являлись: 1) дизайн интересующего гена с его оптимизацией для дрожжевой экспрессионной системы и заказ его синтеза в компании Genscript; 2) наработка полученного экспрессионного вектора в клетках *E. coli*; 3) линейаризация плазмиды и электротрансформация ею клеток *P. Pastoris*; 4) Отбор клонов с встроенным в геном экспрессионным вектором, несущим ген аллергена *Bet v2*, на селективной среде с антибиотиком.

*Результаты исследования.* Получен экспрессионный вектор pPICZα-Betv2, который затем был наработан в клетках *E. coli* и очищен с помощью набора выделения плазмидной ДНК (QIAGEN, Германия). Выделенную плазмидную ДНК линейаризовали рестриктазой Hind III и использовали для электротрансформации клеток *P. pastoris* на электропораторе Micro-Pulser (Bio-Rad, США) в соответствии с рекомендациями производителя. На селективной питательной среде с антибиотиком отобрали 50 клонов,

*Заключение.* Отобранные 50 клонов в дальнейшем предстоит проанализировать на эффективность экспрессии белка *Bet v2*, отобрать наиболее продуктивный штамм, разработать методику очистки рекомбинантного аллергена, а также проанализировать его иммунологические свойства для потенциального использования в иммунодиагностике *in vitro*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкина Л.А. Клиническая аллергология. Избранные лекции. Практические рекомендации / Л.А. Горячкина, Е.П. Терехова, О.В.Себекина //М: Медицинское информационное агентство. – 2017. - 288 с.

2. Мокроносова М.А. Новые технологии в компонентной аллергодиагностике / М.А. Мокроносова, О.И. Филимонова, Т.М. Желтикова // Клиническая лабораторная диагностика. – 2021.- № 8 – 56 с.

## ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕПАТОПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ИЗБЫТОЧНОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО РОСТА ТОНКОЙ КИШКИ

А.М. Шабалов<sup>1</sup>, Е.А. Корниенко<sup>2</sup>, М.А. Дмитриенко<sup>3</sup>, А.А. Чекменева<sup>3</sup>, Д.С.Шамрицкая<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

<sup>3</sup>ООО «Ассоциация Медицины и Аналитики»

Санкт-Петербург, Россия

[Aleks-Shabalov2007@yandex.ru](mailto:Aleks-Shabalov2007@yandex.ru)

Микробиота тонкой кишки активно включена в метаболические процессы организма человека, в том числе в липидный обмен. Известно, что при синдроме избыточного бактериального роста (СИБР) увеличивается кишечная проницаемость, нарушается деконъюгация желчных кислот, изменяется спектр микробных метаболитов, в том числе увеличение водорода (H<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>) [1]. СИБР оказывает неблагоприятное влияние на работу «ось кишечник-печень» у взрослых [2].

*Цель исследований* - оценить возможную роль водородогенного и метаногенного вариантов СИБР в нарушении липидного обмена и функционального состояния гепатопанкреатической зоны у детей с гастроэнтерологической патологией.

*Материалы и методы исследования.* Обследовано 128 пациентов в возрасте 10,6 ± 3,9 лет (66 девочек и 62 мальчика) с заболеваниями органов пищеварения (хронический гастродуоденит, ГЭРБ, функциональная диспепсия, запор). Выполнен биохимический анализ крови (липидограмма, амилаза, печеночный комплекс), водородный дыхательный тест «Лактофан» (АМА, РФ) и водородно-метановый тест «GastroCheckr» (Bedfont, Англия) с нагрузкой лактулозой (1 г/кг веса, но не более 10 г.). Статистический анализ проведен в программе StatTech v. 4.1.2.

*Результаты исследования.* Выявлена положительная корреляционная связь между H<sub>2</sub> (ppm) в выдыхаемом воздухе и общим холестерином на 30 мин. ( $\rho = 0,270$ ;  $p < 0,05$ ) и 90 мин. ( $\rho = 0,325$ ;  $p < 0,05$ ) исследования. Водород также имел прямую корреляцию с ЛПНП, ЛПОНП, триглицеридами и коэффициентом атерогенности ( $p > 0,05$ ). Получена положительная корреляционная связь AUC («площадь под кривой H<sub>2</sub>», ppm) и печеночным ферментом – АСТ ( $\rho = 0,242$ ;  $p < 0,05$ ), а также AUC («площадь под кривой CH<sub>4</sub>», ppm) и ферментом поджелудочной железы – амилазой ( $\rho = 0,475$ ;  $p < 0,05$ ).

*Заключение.* Синдром избыточного бактериального роста, характеризующийся увеличением образования водорода и/или метана на фоне гастроэнтерологической патологии у детей, является одним из факторов риска дислипидемии и нарушения функционального состояния гепатопанкреатической зоны, что может потребовать включение в комплексную терапию дифференцированных мероприятий по коррекции микробиоты кишечника.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Cai J., Jingwei B. et al. Bile acid metabolism and signaling, the microbiota, and metabolic disease // Pharmacology and therapeutics. - 2022. - Sep. 237 (8).- 108238.
2. Belei O., Olariu L., Dobrescu A. et al. The relationship between non-alcoholic fatty liver disease and small intestinal bacterial overgrowth among overweight and obese children and adolescents // Journal of pediatric endocrinology and metabolism. - 2017. - Oct. 30(11).- P.1161-1168.

## ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ АВС-ТРАНСПОРТЕРОВ В ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТКАХ

А.Д. Зенина, А.В. Сагайдак, Т.А. Григорьева

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)*

*Санкт-Петербург, Россия  
[aleksandrasagaidak@yandex.ru](mailto:aleksandrasagaidak@yandex.ru)*

Трансмембранные белки семейства АВС – Р-гликопротеин (Р-gp) и белок устойчивости рака молочной железы (BCRP) – обеспечивают выброс метаболитов и ксенобиотиков из клеток физиологических барьеров человека и животных. В опухолях активность АВС-белков обеспечивает защиту клеток от противоопухолевых препаратов, что становится причиной их невосприимчивости к терапии и дальнейшему развитию. Подавление активности транспортеров является решающим фактором в преодолении лекарственной устойчивости опухолевых клеток. Оценка транспортной активности опухолевых клеток, в свою очередь, необходима для понимания профиля устойчивости клеток и эффективности применяемых ингибиторов.

*Цель исследований* - разработка тест-системы для оценки активности АВС-транспортеропосредованного транспорта низкомолекулярных веществ в опухолевых клетках.

*Материалы и методы исследования.* Тест-систему для оценки транспортной активности разрабатывали на базе клеточной линии аденокарциномы толстой кишки человека НСТ116 и полученных на ее основе клеток с сверхэкспрессией транспортеров [1]. Активность транспорта оценивали по накоплению флуоресцентных субстратов транспортеров, используя планшетный ридер ClarioStar и систему высокосолевого анализа Operetta. При этом использовали родамин 123 и хекст 33342 – субстрат Р-gp и субстрат АВС-белков, соответственно, а также селективный ингибитор Р-gp тариквидар и селективный ингибитор транспортеров ортованадат натрия.

*Результаты исследования.* Определено, что оптимальной концентрацией тариквидара для оценки транспортной активности Р-gp в клетках является 0,5 мкМ. Оптимальной концентрацией ортованадата натрия для ингибирования АВС-транспортеров как в клетках дикого типа, так и в химиорезистентных линиях является 500 мкМ. При этом сопоставление накопления клетками красителя хекста 33342 при использовании неселективного ортованадата натрия и селективного тариквидара позволило выявить вклад BCRP в суммарный выброс вещества из клеток.

*Заключение.* Разработана тест-система для оценки суммарной и индивидуальной активности АВС-транспортеров в опухолевых клетках. Такая система может применяться для оценки эффективности новых ингибиторов транспортеров, а использование аналогичного подхода на других клеточных линиях позволит анализировать потенциальную чувствительность клеток к терапии и уровень их химиорезистентности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 23-13-00344).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Grigoreva T. Establishment of drug-resistant cell lines under the treatment with chemicals acting through different mechanisms / T. Grigoreva, A. Sagaidak, A. Romanova, D. Novikova, Garabadzhiu, V. Tribulovich // *Chemico-Biological Interactions*. – 2021. – 344: 109510.

## НОВЫЙ МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ В СОСКОБЕ ИЗ УРОГЕНИТАЛЬНОГО ТРАКТА

А.М. Иванова<sup>1</sup>, Н.Н. Рухляда<sup>2</sup>, М.А. Дмитриенко<sup>1</sup>, В.С. Дмитриенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ООО «Ассоциация Медицины и Аналитики»

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет  
Санкт-Петербург, Россия  
[ai@amamed.ru](mailto:ai@amamed.ru)


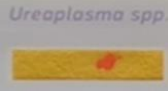

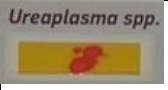
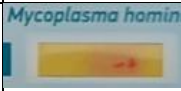
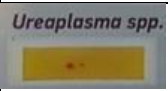
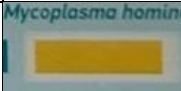
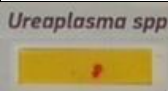
Инфекции, передающиеся половым путем (ИППП), и нарушение микробиоценоза создают провоспалительную среду, которая повышает риск заражения ВПЧ, ВИЧ [1]. *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma spp.* являются этиологическим фактором для развития ряда воспалительных заболеваний уrogenитального тракта, вагиноза и др.

*Цель исследований* - апробация устройства экспресс-определения ферментативной активности *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma spp.* и сопоставление результатов с ПЦР анализом.

*Материалы и методы исследования.* На базе кафедры акушерства и гинекологии СПбГПМУ был выполнен сбор и анализ проб отделяемого из уrogenитального тракта у 144 добровольцев. В основе экспресс-определения - хромогенный метод оценки ферментативной активности *in vitro* и «сухая химия».

*Результаты исследований.* Выполнено сопоставление 144 проб. Истинно положительный статус был установлен для 78 проб. В таблице 1 представлены результаты экспресс-определения и соответствующие результаты ПЦР-анализа.

**Таблица 1 - Результаты экспресс-определения *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma spp.* хромогенным методом *in vitro* и соответствующие значения ПЦР**

Номер пробы	Ячейка экспресс-определения <i>Mycoplasma hominis</i>	Результат ПЦР-анализа, ГЭ/мл	Ячейка экспресс-определения <i>Ureaplasma spp.</i>	Результат ПЦР-анализа, ГЭ/мл
1		4,85*10 <sup>5</sup>		5,92*10 <sup>4</sup> ( <i>Ur. parvum</i> ) 1.12*10 <sup>5</sup> ( <i>Ur. urealyticum</i> )
2		1,72*10 <sup>5</sup>		5,30*10 <sup>5</sup> ( <i>Ur. parvum</i> ) 0 ( <i>Ur. urealyticum</i> )
3		8,91*10 <sup>3</sup>		4,40*10 <sup>3</sup> ( <i>Ur. parvum</i> ) 0 ( <i>Ur. urealyticum</i> )
4		0		1,45*10 <sup>3</sup> ( <i>Ur. parvum</i> ) 0 ( <i>Ur. urealyticum</i> )

*Заключение.* Апробирован метод экспресс-определения ферментативной активности, ассоциированной с *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma spp.*, позволяющий облегчить сбор данных при мониторинге состояния (патология/норма) и выявлении скрытых инфекций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Monitoring Sexually Transmitted Infections in Cervicovaginal Exfoliative Samples in Mexican Women / F. Hernández-Rosas, M. Rey-Barrera, U. Conejo-Saucedo [et al.] // Pathogens. – 2021. – Vol. 10. – № 12. – P. 1618.

## КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ОКСИДОМ АЗОТА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК ПРИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ С ИСКУССТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ

Н.О. Каменщиков, М.А. Тё, Ю.К. Подоксенов, Б.Н. Козлов

*НИИ кардиологии Томского НИМЦ  
Томск, Россия  
[nikolajkamenof@mail.ru](mailto:nikolajkamenof@mail.ru)*

Острое почечное повреждение (ОПП) — распространенное и серьезное осложнение у пациентов после кардиохирургических операций в условиях искусственного кровообращения (ИК)[1]. Дефицит оксида азота (*NO*) усиливает повреждающие воздействия ИК и может быть одним из механизмов реализации ОПП [2].

*Цель исследований* - оценить нефропротективную эффективность периоперационной донации оксида азота при кардиохирургических операциях в условиях искусственного кровообращения у пациентов с хронической болезнью почек (ХБП).

*Материал и методы исследования.* Проведено одноцентровое проспективное рандомизированное контролируемое исследование. В исследование включено 136 пациентов с ХБП, которым выполнялись кардиохирургические операции с ИК. Пациенты были рандомизированы на 2 равные группы по 68 человек в каждой. В основной группе выполнялась подача *NO* в концентрации 80 ppm в контуры аппарата ИВЛ и аппарата ИК. Донация *NO* была начата сразу после интубации трахеи и продолжалась на протяжении всего операционного периода и в течение 6 ч после вмешательства. В контрольной группе на всех этапах операции подавалась кислородно-воздушная смесь, не содержащая *NO*. Частота развития ОПП оценена по критериям *KDIGO*. Уровень мочевого липокалина, ассоциированного с желатиназой нейтрофилов (*uNGAL*) был оценен исходно и через 6 ч после операции.

*Результаты исследования.* В основной группе частота развития ОПП была значимо ниже, по сравнению с контрольной группой (*NO*-группа — 16 (23,5%) против 27 (39,7%) в контрольной группе,  $p=0,043$ ). Не выявлено статистически значимой разницы по уровню *uNGAL* исходно и через 6 ч после оперативного вмешательства между исследуемыми группами ( $p=1$ ;  $p=0,322$  соответственно).

*Заключение.* Кондиционирование оксидом азота обладает нефропротективными свойствами у пациентов с хронической болезнью почек при кардиохирургических операциях в условиях искусственного кровообращения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. O'Neal J. B., Shaw A. D., Billings F. T. Acute kidney injury following cardiac surgery: current understanding and future directions //Critical care. – 2016. – Vol. 20. – P. 1-9.
2. Windsant I. C. V. et al. Cardiovascular surgery and organ damage: time to reconsider the role of hemolysis //The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2011. – Vol. 142. – №. 1. – P. 1-11.



## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА В ВОЗДУХЕ В ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

В.А. Килимник, А.А. Чекменева, Д.С. Шамрицкая, М.А. Дмитриенко

ООО «АМА Мир»  
Санкт-Петербург, Россия  
[kil-aanet@ya.ru](mailto:kil-aanet@ya.ru)

В настоящее время набирает популярность новый способ профилактики здоровья – ингаляции молекулярным водородом и употребление воды, насыщенной водородом. По результатам исследований известно, что регулярное насыщение организма человека молекулярным водородом оказывает на него выраженный терапевтический эффект [1]. На рынке медицинских приборов с каждым годом появляется все больше различных генераторов водорода, предлагающих как ингаляционное применение на пациентах, так и насыщение водородом питьевой воды. Однако ни один из представленных на рынке приборов не может контролировать количество вырабатываемого им водорода, а также не может контролировать количество водорода, которое организм человека усваивает при ингаляционном методе использования генераторов.

*Цель исследований* - разработка компактного прибора, который мог бы выполнять функции контроля концентрации водорода в магистрали и в воздухе.

*Материалы и методы исследования.* На данный момент компанией ООО «АМА Мир» ведется разработка газоанализатора водорода, рассчитанного на измерение высоких концентраций. В качестве основного датчика прибора был выбран сенсор отечественного российского разработчика фирмы ООО «Оксоний» [2], обеспечивающий измерение концентрации водорода в воздухе в пределах 5-10%. Данный порог был выбран исходя из требований безопасности, поскольку предел взрываемости водорода в воздухе составляет от 4 об%.

*Результаты исследования.*

Разработанный макет газоанализатора имеет два вида подключения к водородному генератору:

- 1) датчик, напрямую подключенный в магистраль подачи газовой смеси пациенту;
- 2) выносной датчик для подключения в магистраль подачи газовой смеси пациенту или подключения после магистрали (в ингаляционной маске) для контроля уровня усвоенного пациентом водорода.

*Заключение.* Разработаны и протестированы два макета устройства, измеряющего концентрацию водорода в магистрали и в воздухе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Терапия молекулярным водородом. Опыт японских врачей. URL: <https://h2h2o.ru/primenenie-vodoroda-v-bolnitsakh-yaponii#statji>
2. Oxonium gas sensors URL: <http://oxonsens.ru/>

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ МЕЛАНИНОВ ЧАГИ

Д.А. Курова, В.Р. Хабибрахманова

*Казанский национальный исследовательский технологический университет*

*Казань, Россия*

*[kyrovadaria@gmail.com](mailto:kyrovadaria@gmail.com), [venerakhabirakhmanova@gmail.com](mailto:venerakhabirakhmanova@gmail.com)*

Наросты базидиального гриба *Inonotus obliquus*, называемые чагой, являются ценным лекарственным сырьём. На его основе фармацевтическая промышленность производит галеновые препараты «Бефунгин» и «Настойка чаги». Терапевтическая ценность лекарственных средств и БАД на основе чаги обусловлена высоким содержанием меланина. Этот пигмент обладает антиоксидантными, генопротекторными, иммуномодулирующими, противовоспалительными, противовирусными, энтеросорбционными свойствами.

К настоящему времени накоплены данные о физико-химических показателях меланина чаги [1]. Определено, что в зависимости от способа экстракции чаги (кипячение, ремацерация и перемешивание) изменяется антиоксидантная активность меланинов. Однако до настоящего времени не выявлена корреляционная зависимость между физико-химическими свойствами, супрамолекулярными характеристиками и биологической активностью меланина чаги.

*Цель исследований* – провести сравнительный анализ физико-химических показателей и антиоксидантной активности меланинов, выделенных из чаги и полученных из неё фармацевтических продуктов.

*Материалы и методы исследования.* В работе были получены меланины из чаги (АО Красногорсклексредства, ПКФ Фитофарм, ООО Здоровье), лекарственного препарата «Бефунгин» (АО Татхимфармпрепараты, ЗАО Вифитех), сухих водных экстрактов чаги (ООО Травы Байкала). В образцах спектрофотометрически определено содержание углеводов и белков по реакции с антроновым реактивом и раствором бромфенолового синего, соответственно. Проведена оценка степени ароматичности меланинов по отношению коэффициентов экстинкции (E465/E650) их растворов. С помощью кондуктометрии были определены критические концентрации анализируемых меланинов, при которых происходит изменение их структурной организации. Общая антиоксидантная активность всех исследованных меланинов определена фосфорномолибденовым методом, также оценена их хелатирующая активность.

*Результаты исследования.* Установлено, что в меланинах из чаги выше содержание углеводов, тогда как в меланинах из препаратов выше доля белка и степень ароматичности. Частицы меланинов существенно отличаются по структурной организации, о чем свидетельствуют различные значения удельной электропроводности их растворов. При этом не выявлена закономерность между структурной организацией меланинов в зависимости от объектов, из которых они были получены.

*Заключение.* Выявленные различия по химическому составу и супрамолекулярным свойствам меланинов коррелируют с данными об их антиоксидантной и хелатирующей активностям.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Никитина С.А., Хабибрахманова В.Р., Сысоева М.А. Исследование меланина чаги. I. Липофильные вещества меланина чаги // Химия растительного сырья.- 2014.- № 3.- С.185-191.

## ИММОБИЛИЗАЦИЯ АНТИБИОТИКА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

К.С. Кутявин, Б. С. Хайдаршин, О. Ю. Нестерова, Е. В. Шиляева, В. В. Скурыгин

*Удмуртский государственный университет  
Ижевск, Россия  
[aprgen2@mail.ru](mailto:aprgen2@mail.ru)*

Протеолитические ферменты применяются для лечения некротических и гнойных образований, в том числе и в виде перевязочных материалов. Противомикробные свойства для данных материалов придаются либо ионами металлов, либо другими ферментами, например лизоцимом. Применение ионов серебра дорогостоящее, так как требуется сложный процесс создания модифицированного материала, а противомикробные ферменты действуют на ограниченный спектр бактерий и сильно зависят от внешних условий [1, 2].

*Цель исследований* - разработка методов модификации целлюлозы с помощью ферментов и дополнительного добавления антибиотика в систему, для использования в перевязочных материалах.

*Материалы и методы исследования.* Проводимая нами иммобилизация трипсина на диальдегид целлюлозе (ДАЦ) [3] уменьшает активность фермента на  $25 \pm 3$  % по сравнению с нативной формой. На следующий день активность нативной формы белка падает на  $40,5 \pm 1$  %, а иммобилизованной на  $6 \pm 1$  %, что говорит об уменьшении автолиза и повышении стабильности при хранении в водной среде.

*Результаты исследования.* Иммобилизация антибиотиков аминокликозидного ряда на ДАЦ проходит с образованием азометиновых связей, для стабилизации которых необходимо дополнительное восстановление. Связанный антибиотик не активен, для проявления антибактериальных свойств необходима его предварительная десорбция, которая может происходить как самостоятельно, так и под воздействием внешних факторов. Количество десорбированного антибиотика определяли микробиологическим методом. За 24 часа инкубации невосстановленного конъюгата происходит десорбция  $50 \pm 6,25$  % аминокликозида. При восстановлении полимера десорбция уменьшается до  $3,7 \pm 2,4$  %.

*Заключение.* Изменяя степень окисления носителя (образование диальдегида целлюлозы) и восстановления азометиновых связей, можно регулировать количество десорбируемого антибиотика во внешнюю среду при использовании в медицинских материалах.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Морозова Ю.А. Наноразмерное серебро: безопасность и эффективность для здоровья человека / Ю. А. Морозова, Д.С. Дергачев, М.А. Суботьялов // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2021. – Т. 19. – №3. – С. 247-257.
2. Калюжин О.В. Антибактериальные, противогрибковые, противовирусные и иммуномодулирующие эффекты лизоцима: от механизмов к фармакологическому применению / О.В. Калюжин // Эффективная фармакотерапия. Педиатрия. – 2018. – Т. 14. – №1. – С. 6-13.
3. Герловский Д.О. Прикладные аспекты иммунологии. Электронно-методическое пособие. – Минск: Белорусский государственный университет, 2016. – С. 47.

## ФУКОИДАНЫ ИЗ БУРЫХ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

И.М. Лапина, Е.В. Журишкина, Д.А. Головкина, А.А. Кульминская

*Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального  
исследовательского центра «Курчатовский институт»  
Гатчина, Россия  
[lapina\\_im@pnpi.nrcki.ru](mailto:lapina_im@pnpi.nrcki.ru)*

В состав морских водорослей входит ряд ценных соединений, которые не встречаются в наземных организмах. В клеточных стенках бурых водорослей содержится фукоидан - сульфатированный фукополисахарид, обладающий широким спектром биологических активностей.

*Цель исследований* - провести анализ литературных источников об исследовании свойств и структуры фукоиданов бурых водорослей.

*Материалы и методы исследования.* При выполнении литературного обзора использовались следующие базы данных: eLIBRARY.RU, Elsevier, ScienceDirect, Scopus, PubMed, Cyberleninka.

*Результаты исследования.* Поскольку фукоиданы выделяют из водных или органических экстрактов морских водорослей, они, как правило, содержат примеси других веществ, вносящих свой вклад в проявляемую биологическую активность. В работе [1] было показано, что обработка фукоиданами индуцирует разные типы программируемой клеточной гибели в зависимости от типа клеток. Антимикробная активность двух фракций фукоиданов из *F. vesiculosus* разной степени очистки была изучена в отношении *E. coli*, *S. epidermidis 4a*, *Staphylococcus aureus* и *Bacillus licheniformis* [2]. Результаты экспериментальной оценки эффективности раневых покрытий на основе бактериальной целлюлозы, пропитанной раствором фукоидана, при глубоких ожогах кожи крыс приведены в работе [3]. Показано, что бурые водоросли и лишайники обладают потенциалом в качестве функциональных добавок для производства безалкогольных ферментированных напитков.

*Заключение.* Целесообразно продолжить исследования свойств и структуры фукоиданов, а также их возможного практического применения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Zhurishkina, E.V. The effect of polydisperse fucoidans from *Fucus vesiculosus* on Hep G2 and Chang liver cells / E.V. Zhurishkina, S.I. Stepanov, O.N. Ayrapetyan, Y.A. Skorik, E.N. Vlasova, I.V. Kruchina-Bogdanov, D.V. Lebedev, A.A. Kulminskaya, I.M. Lapina // Bioact. Carbohydr. Dietary Fibre, 2020. – V. 21. – P. 100209
2. Ayrapetyan, O.N. Antibacterial Properties of Fucoidans from the Brown Algae *Fucus vesiculosus* L. of the Barents Sea / O.N. Ayrapetyan, E.D. Obluchinskaya, E.V. Zhurishkina, Y.A. Skorik, D.V. Lebedev, A.A. Kulminskaya, I.M. Lapina // Biology, 2021. - V. 10. - P. 67.
4. Зиновьев, Е.В. Оценка эффективности раневых покрытий на основе бактериальной целлюлозы с фукоиданом при ожогах кожи / Е.В. Зиновьев, С.А. Лукьянов, В.Н. Цыган, А.А. Кульминская, И.М. Лапина, Е.В. Журишкина [и др.] // Вестник российской военно-медицинской академии, 2019. - Т. 1. – С. 148–152.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАРКЕРНЫХ МОЛЕКУЛ МИКРОРНК ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ФОЛЛИКУЛЯРНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

П.А. Локтева<sup>1,2</sup>, М.С. Князева<sup>2</sup>, А.В. Малек<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>«Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова  
Санкт-Петербург, Россия  
[lokteva.pa@edu.spbstu.ru](mailto:lokteva.pa@edu.spbstu.ru)

В настоящий момент одной из актуальных задач диагностической онкологии является поиск молекулярных маркеров, способных заменить инвазивные методы дифференциальной диагностики фолликулярных новообразований щитовидной железы (ЩЖ), включающих доброкачественную фолликулярную аденому и фолликулярную карциному. Одним из типов перспективных биомаркеров являются микроРНК – короткие (18–24 нуклеотида) некодирующие молекулы РНК, регулирующие экспрессию генов на посттранскрипционном уровне [1].

*Цель исследований* - подтверждение диагностической значимости молекул микроРНК для дифференциальной диагностики фолликулярной аденомы и фолликулярной карциномы ЩЖ с помощью метода ОТ-ПЦР.

*Материалы и методы исследования.* На основании результатов секвенирования были выбраны 4 потенциальные маркерные молекулы микроРНК: miR-143-3p, miR-146a-5p, miR-185-5p, miR-221-3p, для каждой из которых были разработаны системы количественного анализа с использованием двухфлангового праймера для обратной транскрипции [2]. Из 24 клинических образцов, полученных от пациентов с фолликулярной аденомой ( $n = 12$ ) и фолликулярной карциномой ( $n = 12$ ), была выделена тотальная РНК, после чего в каждом образце была произведена оценка уровней экспрессии выбранных молекул микроРНК с помощью ОТ-ПЦР.

*Результаты исследования.* Нормализация результатов ОТ-ПЦР проводилась методом реципрокных пар, для оценки диагностической значимости подхода был проведен ROC-анализ, позволяющий оценить качество бинарной классификации. Полученные значения AUC (площадь под кривой) продемонстрировали перспективную значимость анализа соотношений уровней экспрессии в парах miR-143/miR-221 (AUC=0.75) и miR-185/miR-221 (AUC=0,93).

*Заключение.* Метод, основанный на анализе изменений уровней экспрессии молекул микроРНК в реципрокных парах, обладает высокими показателями чувствительности и специфичности и перспективен для дифференциальной диагностики фолликулярных новообразований ЩЖ, однако требует дальнейшей валидации на большем количестве клинических образцов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аметов, А.С. Генетические маркеры в диагностике рака щитовидной железы / А.С. Аметов, Т.И. Дэпюи, Н.В. Позднякова, А.Р. Чемякова // Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение. – 2018. - №1 (22). – С. 42-49.
2. Androvic P. Two-tailed RT-qPCR: A novel method for highly accurate miRNA quantification / P. Androvic, L. Valihrach, J. Elling, R. Sjoback, M. Kubista // Nucleic Acids Res. – 2017. – Vol. 45. – № 15.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ТИТАНА И ЦИРКОНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ РНК

А.В. Марочкович<sup>1,2</sup>, А.А. Муштуков<sup>1</sup>, Е.А. Пензенцева<sup>1</sup>, В.Н. Большаков<sup>1,2</sup>

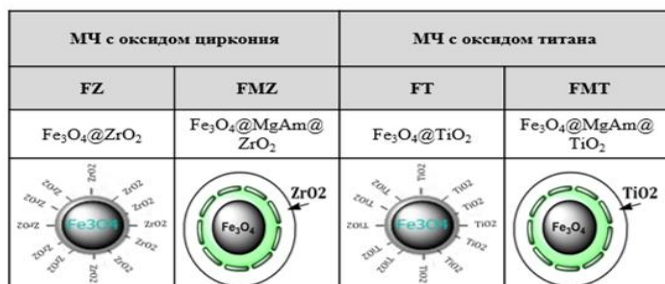
<sup>1</sup>ООО «Вега»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[aperchik@alkorbio.ru](mailto:aperchik@alkorbio.ru)

Функциональное изучение различных типов РНК и исследование их применимости в качестве маркеров заболеваний требует специфических методов, ведущих к обогащению фракцией РНК в выделенных из биологических образцов нуклеиновых кислотах. Для этого уже на этапе выделения необходимо полностью устранить, или значительно минимизировать наличие геномной ДНК. Одним из подходов к решению этой задачи является использование носителей, специфически сорбирующих РНК [1].

*Цель исследований* – проверка возможности селективной сорбции РНК из образцов нуклеиновых кислот (НК) на магнитных частицах (МЧ) с покрытием из оксидов титана или циркония.

*Материалы и методы исследования.* В работе использовались титановые и циркониевые МЧ собственного производства. Использовались два вида МЧ: двухслойной (FT, FZ) и трехслойной модели (FMT, FMZ) (рис.1). В качестве образцов НК использовали: тотальную РНК человека, 50нг/мкл (собственного производства), геномную ДНК человека, 100 нг/мкл (Евроген, РФ), и их смесь в соотношении 2:1. Реакцию сорбции НК на МЧ проводили с помощью реагентов набора Магно-НК-Био (Компания Алкор Био, РФ). В качестве положительного контроля использовали те же образцы НК, не прошедшие сорбцию на МЧ. Для анализа количества РНК методом ОТ-ПЦР



**Рисунок 1 – Виды используемых МЧ**

использовали тест-систему для гена KIF5B (собственного производства), для анализа геномной ДНК методом ПЦР – набор Интифика Homo sapiens ДНК-количественный (Компания Алкор Био, РФ).

*Результаты исследования.* На всех типах МЧ с выбранными реагентами и условиями не наблюдалась специфическая сорбция РНК по сравнению с ДНК. Также, при использовании МЧ двухслойного типа (FT, FZ) наблюдалось ингибирование реакции ОТ- ПЦР. Данный факт свидетельствует о наличии смываемых примесей с МЧ, которые не устраняются в процессе выделения.

*Заключение.* Разработанные МЧ с покрытием из оксидов титана и циркония можно применять в качестве сорбента для выделения НК. Для достижения специфической сорбции РНК необходима дальнейшая работа по оптимизации состава реагентов и условий для реакций сорбции и элюции на МЧ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Jimenez LA, Gionet-Gonzales MA, Sedano S, Carballo JG, Mendez Y, Zhong W. Extraction of microRNAs from biological matrices with titanium dioxide nanofibers // Anal Bioanal Chem. - 2018 Jan. - 410(3).-P.1053-1060.

## ОЦЕНКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РНК ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА С МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

М. А. Мерхасина<sup>1</sup>, А. С. Мороз<sup>1,2</sup>, Е. Б. Аронова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

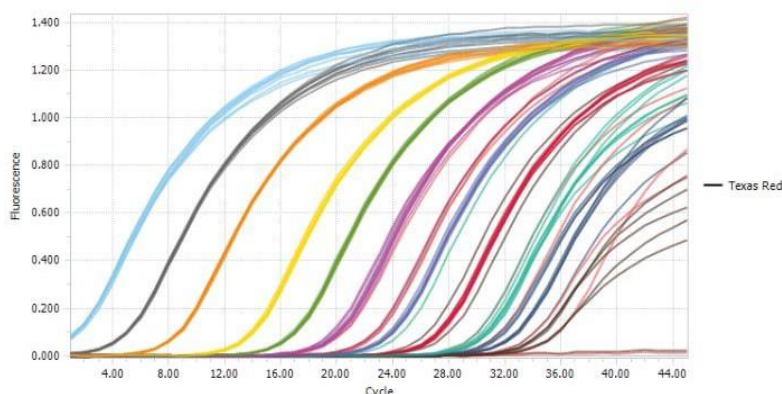
<sup>2</sup>Группа Компаний "Алкор Био"

[rprokhorova18@yandex.ru](mailto:rprokhorova18@yandex.ru)

Исследование РНК вирусного гепатита С с использованием метода ПЦР в реальном времени представляет собой актуальное направление изучения этого заболевания в медицинской сфере. Вот несколько причин, почему это исследование имеет высокую актуальность: точная диагностика, мониторинг терапии, анализ мутаций [1].

*Цель исследований* – оценить аналитическую чувствительность тест-системы "Интифика ВГС" («Алкор Био», Россия) для выявления РНК вируса гепатита С методом ПЦР в реальном времени.

*Материалы и методы исследования.* Во время постановки эксперимента был использован набор для выявления РНК ВГС «Интифика ВГС» (производитель: ГК «Алкор Био», Россия) с использованием амплификатора "LightCycler 96" (Roche Diagnostics GmbH, Германия).



**Рисунок 1 - Значение пороговых циклов (C<sub>q</sub>) при проверке аналитической чувствительности**

*Результаты исследования.* В данном исследовании была проведена ПЦР в реальном времени с детекцией амплификации по каналу флуоресценции Texas Red (ROX). Перед постановкой были подготовлены разведения пробы от 10<sup>-2</sup> до 10<sup>-13</sup> ГЭ/мл. Результаты представлены на рис. 1.

*Заключение.* Все ПЦР-кривые

вышли характерной S-образной формы. Каждое разведение показывало хорошую сходимость. Ингибирование ПЦР-смеси не происходит, так как при последовательном разведении образца в 10 раз сохраняется разница между кривыми амплификации в 3,33 цикла. Разработанная тест-система чувствительна к низким концентрациям матрицы, что говорит о том, что при малых количествах гепатита С у пациентов данный набор выявит заболевание на ранних стадиях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Innis, M.A. et al. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, 2019.

## ОЦЕНКА РОБАСТНОСТИ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РНК ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА С МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

М. А. Мерхасина<sup>1</sup>, А. С. Мороз<sup>1,2</sup>, Е. Б. Аронова<sup>1</sup>

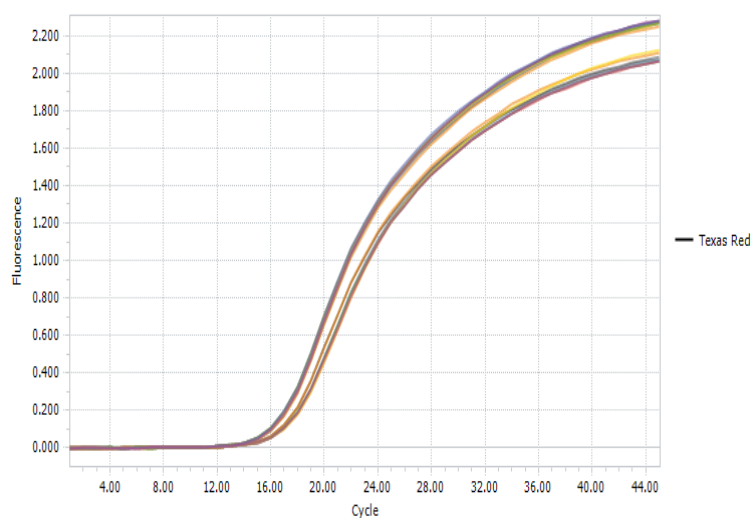
<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Группа Компаний “Алкор Био”

[rprokhorova18@yandex.ru](mailto:rprokhorova18@yandex.ru)

Определение РНК вирусного гепатита С (ВГС) является надежным показателем активности репликации. Анализ РНК ВГС также полезен в рутинной клинической практике для выявления пациентов, нуждающихся в противовирусной терапии, и контроля за проведением соответствующего лечения [1]. С этим связана необходимость раннего выявления вируса гепатита С и необходимость импортозамещения компонентов ПЦР-смеси. *Цель исследований* – для проведения валидации оценить эффективность тест-системы «Интифика ВГС» (производитель: ГК “Алкор Био”, Россия) для определения РНК вируса гепатита С при постановке ПЦР с отложенным стартом.

*Материалы и метод исследования.* Во время постановки эксперимента был использован набор для выявления РНК ВГС «Интифика ВГС» (производитель: ГК “Алкор Био”, Россия) с использованием амплификатора “LightCycler 96” (Roche Diagnostics GmbH, Германия).



**Рисунок 1 - Значение пороговых циклов (Cq) при проверке робастности**

*Результаты исследования.* В ходе работы была проведена ПЦР в режиме реального времени с детекцией амплификации по каналу флуоресценции Texas Red (ROX). Одна из проб находилась на комнатной температуре 2 часа, а вторая – свежеприготовленная. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

*Заключение.* При проведении ПЦР в режиме реального времени наблюдается деградация ПЦР-смеси при отложенном старте. Однако полученный результат лежит в пределах допустимой погрешности ( $Cq \geq 1$ ), что говорит

о том, что данная тест-система валидна и разработанный набор одинаково эффективен как с отложенным стартом, так и при свежеприготовленной реакционной смеси.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.Н. Молекулярно-генетические методы в медицинских исследованиях. Часть I: Теоретические основы ПЦР-диагностики // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2020. – Т.5. – №4. – С.133-140.



## ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ПЦР-ТЕСТ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВИРУСА ГЕПАТИТА В ПРИ ХРАНЕНИИ В ЛИОФИЛИЗИРОВАННОЙ ФОРМЕ

А.С. Мороз<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Вега»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

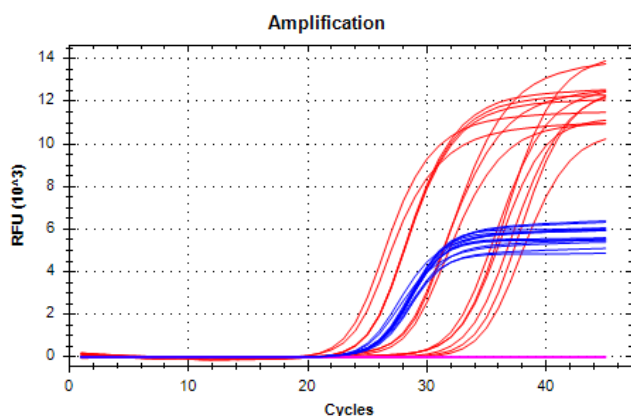
Санкт-Петербург, Россия

[anny-nice@mail.ru](mailto:anny-nice@mail.ru)

Вирус гепатита В – это ДНК-содержащий вирус, вызывающий воспалительное поражение печени. Ежегодно в мире гепатитом В заражается 1.5 миллиона человек, и в хронической форме заболевание имеет высокий риск летального исхода [1]. Поэтому востребована своевременная чувствительная диагностика вируса гепатита В, которая основывается на различных методах ПЦР. Для применения ПЦР тест-систем важна возможность хранения реагентов в лиофильно-высушенном формате.

*Цель исследований* – проверка стабильности тест-системы для диагностики вируса гепатита В «Интифика ВГВ» (Компания Алкор Био, Россия) в лиофильно-высушенном формате при хранении в течении 1 года при температуре +4°C.

*Материалы и методы исследования.* В работе в качестве матрицы для амплификации был использована ДНК из плазмы крови людей с подтверждённым диагнозом. В качестве отрицательного контроля была использована деионизированная вода. Для проведения ПЦР в реальном времени использовали амплификатор CFX96 Touch (Bio-Rad, США), результаты обрабатывались с помощью Bio-Rad CFX Maestro Software.



*Результаты исследования.* Полученные данные представлены на рис. 1.

Синие кривые амплификации отображают присутствие внутреннего контрольного образца, свидетельствующего о прохождении реакции; красные – наличие вируса гепатита В исследуемой ДНК в четырех разведениях; пурпурные – отрицательный контроль. Наблюдается амплификация во всех пробах, содержащий вирус гепатита В во всех разведениях. Высокая амплитуда ПЦР-кривых

**Рисунок 3 - Результаты ПЦР в реальном времени**

показывает высокую эффективность реакции. В отрицательном контроле амплификации не наблюдается.

*Заключение.* Разработанная ПЦР-тест-система для диагностики вируса гепатита В показала высокую эффективность работы после хранения в лиофилизированном формате в течение 1 года.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова Ю. В. И др. Динамика заболеваемости вирусными гепатитами населения Российской Федерации в 2015–2021 гг. // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. - 2022. - №4. – 270 с.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ГРИБА *HERICUM ERINACEUS*

Н.М. Муста Оглы<sup>2</sup>, М.Р. Гамзов<sup>1</sup>, А.А. Гамзова<sup>2</sup>, Н.Т. Жилинская<sup>3</sup>, А.Н. Бландов<sup>2</sup>, С.М. Орехова<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский медико-социальный институт

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>4</sup>Университет ИТМО

Санкт-Петербург, Россия

[Nargul\\_m@mail.ru](mailto:Nargul_m@mail.ru)

В настоящее время отмечается повышенный интерес к использованию грибов в разработке фармацевтических препаратов. Гриб вида *Hericum erinaceus* (Ежовик гребенчатый) относится к отделу Базидиомицеты, классу Агарикомицеты, семейству Герициевые (*Hericiaceae*). Таксономическое описание гриба представлено на веб-сайте NCBI. Многочисленные исследования указывают на потенциальные лечебные свойства, такие как антираковые, антигипертензивные, гипополидемические и нейропротекторные [1]. Базы данных биологической активности метаболитов растительного сырья играют важную роль в медицинской биотехнологии [2].

*Цель исследований* - изучение ферментного состава и биологической активности гриба *Hericum erinaceus*, перспектив биотехнологического получения целевого продукта или фармакологической субстанции.

*Материалы и методы исследования.* Поиск целевого объекта, анализ данных с использованием программных инструментов цифровой платформы UniProtKB.

*Результаты исследования.* Анализ ферментативной активности показал, что в состав гриба *Hericum erinaceus* входят ферменты с определенными фармакологическими свойствами. Ферменты цитохром P450 монооксигеназа *eriA*, геранилдифосфатсинтаза, дитерпенциклаза, УДФ-гликозилтрансфераза, ацетилтрансфераза *eriL* на разных этапах участвуют в биосинтезе эринацинов, циатан-ксилозидов, проявляющих биологическую активность для синтеза нервного фактора роста и агонистическую активность по отношению к каппа-опиоидному рецептору. Фермент гериназа гидролизует  $\alpha$ ,  $\gamma$ -цепи фибриногена. Активен в отношении плазминогена и плазмينا. Молекулярные функции гериназы – связывание с ионами металлов и активирование металлопептидазы для осуществления процессов коагуляции крови, фибринолизиса, протеолизиса и др.

*Заключение.* Программные инструменты цифровой платформы UniProtKB рекомендованы для изучения молекулярной структуры и функций ферментов растительного происхождения, биологических процессов, в которых ферменты принимают участие.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Szućko-Kociuba I, Trzeciak-Ryczek A, Kupnicka P, Chlubek D. Neurotrophic and Neuroprotective Effects of *Hericum erinaceus* // Int J Mol Sci. – 2023, Nov 3. - 24(21):15960.
2. Компьютерное прогнозирование биологической и фармакокинетической активности бета-каротина /В.Г.Дранишников, Н.Т.Жилинская, Ю.Г.Змитриченко [и др.]//
3. «LifeSciencePolytech»: тезисы докладов второй Всероссийской научной очно-заочной конференция, 17 – 19 ноября 2022 года. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023.- С.80.

## МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МУТАЦИИ *F508DEL* В ГЕНЕ *CFTR* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРИМИНИРУЮЩИХ ЗОНДОВ

О. Образцова<sup>1,2</sup>, А.С. Мороз<sup>1,2</sup>, О.А. Семичева<sup>1</sup>, В.Н. Большаков<sup>1,2</sup>, Е.Б. Аронова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГК «Алкор Био»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

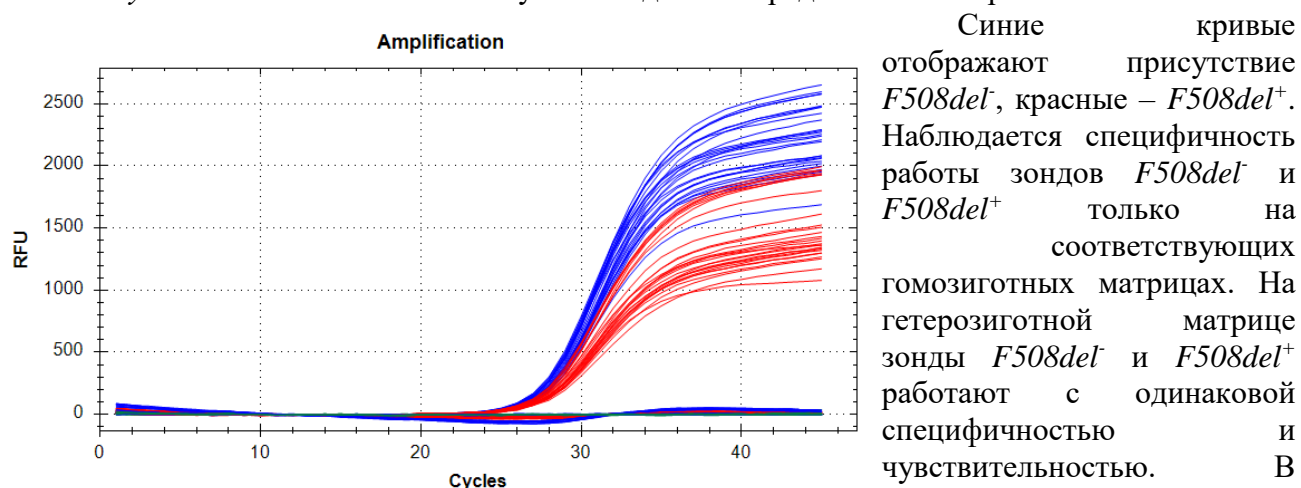
[obraztsova.o@edu.spbstu.ru](mailto:obraztsova.o@edu.spbstu.ru)

Муковисцидоз (кистозный фиброз) – аутосомно-рецессивное наследственное заболевание, обусловленное мутациями в гене *CFTR*, кодирующего трансмембранный белок-хлорный канал. Из более чем 2000 описанных мутаций гена, мутация *F508del* является самой часто встречающейся в РФ (обнаруживается у 51,5% заболевших) [1]. Определение *F508del* при подозрении на муковисцидоз позволяет своевременно начать необходимое лечение.

*Цель исследований* – мультиплексирование системы для определения мутантного *F508del* и нормального *F508del*<sup>+</sup> аллелей с использованием заранее подобранных дискриминирующих флуоресцентных зондов в одной реакции ПЦР в реальном времени.

*Материалы и методы исследования.* В работе в качестве матрицы для амплификации были использованы образцы ДНК генотипов *F508del*<sup>+</sup>/*F508del*<sup>+</sup>, *F508del*/*F508del*<sup>+</sup>, *F508del*<sup>+</sup>/*F508del*<sup>+</sup>, все <1 нг на реакцию. В качестве отрицательного контроля была использована деионизированная вода. Для проведения ПЦР в реальном времени использовали амплификатор CFX96 Touch (Bio-Rad, США), результаты обрабатывались с помощью Bio-Rad CFX Maestro Software.

*Результаты исследования.* Полученные данные представлены на рис. 1.



**Рисунок 1 - Результаты ПЦР в реальном времени**

отрицательном контроле амплификации не наблюдается. *Заключение.* Согласно анализу результатов амплификации (формы кривых, сходимости амплитуды и значения пороговых циклов), получена специфическая и чувствительная мультиплексная система для определения аллельного состояния мутации *F508del*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Регистр пациентов с муковисцидозом в Российской федерации. 2021 год. / Под редакцией С.А. Красовского и др.– СПб.: Благотворительный фонд «Острова». - 2023. – 81 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОГЕРПЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ И ФЕРУЛОВОЙ КИСЛОТ, А ТАКЖЕ КВЕРЦЕТИНА

А.А. Орлова<sup>1</sup>, Е.К. Билятдинова<sup>1</sup>, К.В. Сивак<sup>2</sup>, Д.Н. Разгуляева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт группа им. А.А.Сморodinцева»

Санкт-Петербург, Россия  
[orlova.anastasia0704@yandex.ru](mailto:orlova.anastasia0704@yandex.ru)

Глицирризиновая кислота обладает противовоспалительными, антиканцерогенными, а также противовирусными свойствами в отношении вируса герпеса [1]. Кверцетин предотвращает остеопороз, а также заболевания легких и сердечно-сосудистой системы [2], обладает противовирусными свойствами *in vitro* в отношении вируса герпеса 1, 2 и 5 типов [3]. Феруловая кислота обладает антиоксидантными, противовоспалительными и противодиабетическими свойствами. В исследовании [4] показано, что трансферуловая кислота ингибировала ДНК-полимеразу HSV-1. Целью данной работы явилось изучение противогерпетической активности глицирризиновой и феруловой кислот, а также кверцетина в зависимости от концентрации. *Материалы и методы:* для построения калибровочных графиков готовили двукратные разведения каждого образца в 50 %-ном изопропанол, начиная с концентрации 20 мкг/мл, до разведения 1:16 включительно. Значения оптической плотности измеряли на спектрофотометре Epoch2 (BioTek Inc). Противовирусную активность оценивали в культуре клеток линии Vero (0-500 мкг/мл). *Результаты:* получены приемлемые значения растворимости соединений в культуральной среде и растворах спирта. Для количественного анализа в выбранном диапазоне концентраций (1,25 - 20 мкг/мл) уравнения линейной регрессии составили: глицирризиновая кислота (при  $\lambda=250$  нм)  $y = 0,0146x - 0,0141$  ( $R^2 = 0,9990$ ); кверцетин (при  $\lambda=375$  нм)  $y = 0,0789x + 0,0102$  ( $R^2 = 0,9998$ ); феруловая кислота (при  $\lambda=320$  нм)  $y = 0,0675x - 0,011$  ( $R^2 = 0,9998$ ). Первичный скрининг противовирусной активности в отношении HSV-1 показал активность глицирризиновой и феруловой кислот, в комбинации с кверцетином. *Выводы:* глицирризиновая и феруловая кислоты, а также кверцетин могут представлять собой активные фармацевтические субстанции для создания новых комбинированных противогерпетических препаратов.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания МЗ РФ № TVKQ-2024-0004 (2024–2026).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Using glycyrrhizic acid to target sumoylation processes during Epstein-Barr virus latency / G. L. Bentz [et al.] // PLoS One. – 2019. – V. 14. – №. 5. – P. e0217578.
2. Anti-oxidant activities of quercetin and its complexes for medicinal application / D. Xu [et al.] // Molecules. – 2019. – V. 24. – №. 6. – P. 1123.
3. Quercetin and its derivatives as antiviral potentials: A comprehensive review / A. Di Petrillo [et al.] // Phytotherapy Research. – 2022. – V. 36. – №. 1. – P. 266-278.
4. Potential of hydroxybenzoic acids from *Graptopetalum paraguayense* for inhibiting of herpes simplex virus DNA polymerase–metabolome profiling, molecular docking and quantum-chemical analysis / N. Todorova [et al.] // Pharmacia. – 2022. – V. 69. – №. 1. – P. 113-123.

## ИЗУЧЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ ЭКСТРАКТОВ ЛИШАЙНИКОВ *CLADONIA* и *PARMELIA*

Е.В. Папонова<sup>1</sup>, Е.Б. Аронова<sup>1</sup>, Н.Т. Жилинская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова  
Санкт-Петербург, Россия  
[raponovaliza@mail.ru](mailto:raponovaliza@mail.ru)

Лишайниковые вещества практически не имеют побочных эффектов, не вызывают аллергических реакций, раздражения и ожогов кожных покровов, не несут раздражающего эффекта для центральной нервной системы. Их применение не ограничено хроническими заболеваниями печени и почек, желудочно-кишечного тракта, ОРЗ, ОРВИ [1]. В связи с этим в качестве компонента в составе антимикробных средств значительный интерес вызывают продукты природного происхождения, в частности биологически активные вещества, в составе лишайников видов Кладония (*Cladonia*) и Пармелия (*Parmelia*).

*Цель исследований* - изучение антибактериальных свойств водно-спиртовых растворов экстрактов лишайников *Cladonia rangiferiana* и *Parmelia vagans* в отношении микроорганизмов биоматериала из пародонтального кармана от пациентов с хроническим пародонтитом для дальнейшего использования результатов в получении лекарственной субстанции.

*Материалы и методы исследования.* Водно-спиртовые растворы готовили в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51577-2000 «Средства гигиены полости рта жидкие. Общие технические условия», определение бактерицидной активности спиртовых экстрактов лишайников осуществляли с использованием диско-диффузионного метода [2]. В чашки Петри с подготовленной средой наносили тест-культуры микроорганизмов, а также биопробу пародонтального кармана в физиологическом растворе при разведении 1:10. Посев исследуемых проб на плотные питательные среды проводили поверхностным газонным методом с применением шпателя Дригальского. Для культивирования анаэробных микроорганизмов чашки Петри с высеянной биопробой помещали в анаэростат объемом 2,5 л (АнаероJar, Соединенное Королевство) с газпакетом, устанавливали в термостат на 48 часов, при температуре 35 °С.

*Результаты исследования.* Водно-спиртовой раствор на основе экстракта *Cladonia rangiferina* показал наиболее выраженную антимикробную активность.

*Заключение.* Для дальнейшей разработки технологии получения лекарственной субстанции на растительной основе целесообразно продолжить исследования по установлению антимикробной активности водно-спиртовых растворов на основе экстрактов лишайников.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Anushri, M. Herbs: A Good Alternatives to Current Treatments for Oral Health Problems / M. Anushri, R. Yashoda, M. P. Puranik // Int. J. Adv. Heal. Sci. – 2015. – Т. 1 – № 12. – Р. 26–32.
2. ГОСТ Р 51577-2000. Средства гигиены полости рта жидкие. Общие технические условия [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=138319> (дата обращения: 10.03.2024).

## ПОДБОР ИСТОЧНИКОВ ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *STREPTOMYCES SP.* С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ХОЛЕСТЕРОЛОКСИДАЗЫ

Н. Д. Пономарёв, А. Ю. Шпачук, В. А. Колодязная

*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
[Nikita.ponomarev@spcpi.ru](mailto:Nikita.ponomarev@spcpi.ru)*

В настоящее время в Российской Федерации отсутствует собственное производство фермента холестеролоксидазы [1]. В лабораторной практике в качестве источника органического азота используются пекарские дрожжи. Их использование достаточно проблематично, поскольку их необходимо специальным образом подготавливать.

*Цель исследований* - подобрать питательную среду с оптимальным аминокислотным составом для культивирования *Streptomyces sp.*

*Материалы и методы исследования.* Для исследования были выбраны и проанализированы основные источники органического азота, которые применяются в питательных средах для выращивания *Streptomyces sp.* Каждый источник был охарактеризован с точки зрения аминокислотного состава: дрожжи (Д) [2], дрожжевой экстракт (ДЭ), соевая мука (СМ), триптон (Т), соевый пептон (СП), ячменно-солодовый экстракт (ЯС), казеиновый пептон (КП).

*Результаты исследования.* Полученные данные исследований представлены в табл 1.

**Таблица 1 – Содержание аминокислот в различных источниках органического азота**

Ак	Д, г/100г	ДЭ, г/100г	СМ, г/100г	Т, г/100г	КП, г/100г	ЯС, г/100г	СП, г/100г
Лизин	2,56	3,71	2,3	6,51	6,6	0,54	3,8
Метионин	0,6	0,93	0,47	2,35	2,32	0,29	0,73
Цистеин	0,49	0,27	0,56	0,4	0,44	0,16	0,34
Триптофан	0,49	0,57	0,5	1,05	0,95	0,13	0,19
Аргинин	1,35	3,16	2,68	3,31	3,3	0,84	4,31
Гистидин	0,75	2,34	0,93	2,29	2,38	0,28	0,94
Треонин	1,77	1,74	1,5	3,91	3,91	0,41	1,78
Фенилаланин	1,35	2,13	1,8	4,09	4,11	0,23	1,83

*Заключение.* Наиболее подходящей альтернативой питательной среды для культивирования *Streptomyces sp.* может быть рекомендован ячменно-солодовый экстракт в соотношении 3 массы ячменно-солодового экстракта вместо 1 массы дрожжей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение условий культивирования нового продуцента холестеролоксидазы / П. Д. Савельева, В. А. Колодязная // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновации в здоровье нации». – 2019. - С. 368-371.
2. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* морфология химический состав, метаболизм. Учебное пособие / Т. В. Меледина, С. Г. Давыденко. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. – 2015. – С. 33.

## ПОДБОР УСЛОВИЙ ГЛУБИННОГО ЖИДКОФАЗНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБА *TRICHAPTUM ABIETINUM* KS10

И.Ш. Прозорова, К.С. Печникова, М.А. Сысоева, Е.В. Сысоева

Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Казань, Россия  
[kseniya2806@gmail.com](mailto:kseniya2806@gmail.com)

*Trichaptum abietinum* – однолетний базидиомицет, который растёт преимущественно на мёртвой древесине хвойных пород. Известно, что данный гриб, поскольку является дереворазрушающим, продуцирует ферменты, такие как лакказы, марганцевая пероксидаза, β-глюкозидаза и ксиланаза, которые используются в пищевой, биотехнологической, косметической и фармацевтической промышленности. Биологически активные вещества (БАВ) данного гриба недостаточно исследованы [1]. Базидиомицет *T. abietinum* относится к быстрорастущим грибам, поэтому он является перспективным объектом для исследования БАВ и разработки биотехнологий на их основе биологически активных добавок и лекарственных препаратов [2]. Наиболее перспективным является биотехнологический способ получения БАВ гриба *T. abietinum* в частности штамма KS10.

*Цель исследований* - подбор оптимальной продолжительности культивирования посевного материала *T. abietinum* KS10 для увеличения накопления им биомассы при применении глубинного жидкофазного культивирования.

*Материалы и методы исследований.* Культивирование гриба проводили в колбах объемом 750 мл, содержащие 100 мл синтетической питательной среды (состав, г/л: глюкоза 20; дрожжевой экстракт 5; дигидроортофосфат калия 0,5; магний сернокислый 0,5) при 200 об/мин и температуре 27 °С. Посевной материал выращивали в течение 3 и 5 суток, продолжительность ферментации составила 3 суток.

*Результаты исследования.* На 5 сутки было получено посевного материала в 6 раз больше по сравнению с 3 сутками. При использовании 5 суточного посевного материала последующая ферментация *T. abietinum* KS10 в течение 3 суток позволила увеличить накопление биомассы в 4,5 раза по сравнению с применением 3 суточного посевного материала. Мицелий на конец культивирования образует пеллеты со средним диаметром 3–5 мм шаровидной формы, также присутствует небольшое количество пеллет с диаметром 10 мм. Проведенная микроскопия выявила, что мицелий имеет гифы, характерные для *T. abietinum*.

*Заключение.* Для увеличения накопления биомассы при проведении глубинного жидкофазного культивирования гриба *T. abietinum* KS10 необходимо использовать посевной материал, культивируемый в течение 5 суток.

### ЛИТЕРАТУРА

1. T. Mali Interactions affect hyphal growth and enzyme profiles in combinations of coniferous wood-decaying fungi of Agaricomycetes / T. Mali, J. Kuuskeri, F. Shah, TK. Lundell // PLoS ONE 12(9): электронный журнал. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185171>. – Дата публикации: 27.09.2017.
2. Печникова К. С. Применение ферментов *Trichaptum abietinum* / К. С. Печникова, М. А. Сысоева // Пищевые технологии и биотехнологии: XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, Казань, 18–21 апреля 2023 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. – С. 234-237.

## МЕТАБОЛИТЫ ГРИБОВ *DAEDALEOPSIS TRICOLOR* KS11 И *PUSNOPORELLUS FULGENS* KS12 И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

И.Ш. Прозорова, Р.О. Красильников, Ю.С. Парикова, М.А. Сысоева, Е.В. Сысоева

*Казанский национальный исследовательский технологический университет*  
Казань, Россия  
[romankrasilnikov7@gmail.com](mailto:romankrasilnikov7@gmail.com)

Грибы *Daedaleopsis tricolor* и *Pusnoporellus fulgens* относятся к малоизученным. Относительно *D. tricolor*, ранее было показано, что экстракты из его мицелия более богаты фенольными соединениями и обладают сравнительно высокой антиоксидантной активностью по сравнению с природным аналогом [1]. *P. fulgens* занесен в Красную книгу. В связи с этим актуальным является исследование новых штаммов грибов *D. tricolor* и *P. fulgens*, их культивирование и изучение метаболитов.

*Цель исследований* - сравнение содержания фенольных соединений, накапливаемых в культуральных средах, и изменения их антиоксидантной активности у грибов *D. tricolor* KS11 и *P. fulgens* KS12 для дальнейшей разработки на их основе биологически активных добавок.

*Материалы и методы исследования.* Базидиомицеты выделены нами в чистые культуры из природных плодовых тел. Проведено жидкофазное глубинное культивирование грибов *D. tricolor* KS11 и *P. fulgens* KS12 в колбах объемом 750 мл со 100 мл питательной среды в шейкере-инкубаторе при температуре 27 °С и перемешивании 200 об/мин. Базидиомицет *D. tricolor* KS11 выращивали на синтетической среде следующего состава г/л: глюкоза – 20; дрожжевой экстракт – 5; дигидроортофосфат калия – 0,5; магний серноокислый – 0,5. Питательной средой для культуры гриба *P. fulgens* KS12 являлась аналогичная синтетическая среда с добавлением источника лигнина в количестве 0,01 г/л.

*Результаты исследования.* Показано, что на 5 сутки культивирования количество биомассы гриба *D. tricolor* KS11 было в 14 раз больше по сравнению с концентрацией биомассы *P. fulgens* KS12. Эти культуры имеют разную скорость роста. Гриб *D. tricolor* KS11 активно секретирует фенольные соединения в культуральную среду и к 5 суткам культивирования их становится в 4 раза больше по сравнению с 1 сутками. *P. fulgens* KS12 менее активно синтезирует фенольные вещества, поскольку их накапливается к 5 суткам выращивания лишь в 1,2 раза больше по сравнению с 1 сутками. Антиоксидантные свойства культуральной среды как *D. tricolor* KS11, так и *P. fulgens* KS12 имеют практически одинаковые значения, что указывает на различную природу фенольных веществ накапливаемых этими базидиомицетами в процессе роста.

*Заключение.* Поскольку грибы *D. tricolor* KS11 и *P. fulgens* KS12 имеют близкое количество фенольных веществ в культуральной среде к 5 суткам, то после дополнительного изучения их состава, они являются перспективными объектами биотехнологии, для создания на их основе биологически активных добавок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Protsenko M.A. Selection of nutrient media for submerged culturing of wood-destroying mushroom of *Daedaleopsis tricolor* (bull.) Bondartsev et singer / Protsenko M.A., Kostina N.E., Teplyakova T.V. // Biotechnology in Russia. — 2018. — № 1. — С.45 -51.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТРА IGG АНТИТЕЛ К ВИРУСУ КОРИ С ПОМОЩЬЮ ИФА ТЕСТ-СИСТЕМ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

**В.А. Романовская<sup>1</sup>, А.Ю. Антипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет,*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера  
Санкт-Петербург, Россия  
[w.a.romanowa@gmail.com](mailto:w.a.romanowa@gmail.com)*

В связи с действующей в стране программой элиминации кори, а также ростом числа заболевших, надзор за коревой инфекцией важен, как и мониторинг уровня популяционного иммунитета. Основным методом диагностики гуморального иммунитета против вируса кори является метод иммуноферментного анализа (ИФА).

*Цель исследований* - изучение образцов сывороток крови с помощью ИФА тест-систем разных производителей для определения IgG антител к вирусам кори и краснухи.

*Материалы и методы исследования.* Ретроспективно исследованы 134 образца сывороток крови из коллекции ФБУН НИИЭМ им. Пастера, полученных в 2022-2023 гг. Определение титра IgG антител к вирусу кори проводилось на ИФА тест-системах «ВектоКорь-IgG» (ЗАО «ВекторБест», Россия) и «Euroimmun Anti-Measles IgG» (*Medizinische Labordiagnostik AG*, Германия). Статистический анализ результатов выполнен в программе MS Excel.

*Результаты исследования.* Были получены результаты ИФА-исследования образцов различными тест-системами (табл.1).

**Таблица 1 – Характеристики ИФА тест-систем**

ИФА тест-система	Пределы определения	«Серая» зона	Чувствительность	Воспроизводимость
			(C <sub>min</sub> )	
ВектоКорь IgG	150-5000 МЕ/л	120-180 МЕ/л	70 МЕ/мл	<8%
Euroimmun Anti- Measles IgG	0-5000 IU/L	200-275 IU/L	8 IU/L	<8%

В системе *Euroimmun Anti-Measles IgG* доля серопозитивных лиц составила 76,9% (103/134), сомнительных – 15,7% (10/134), отрицательных – 7,5% (21/134). В системе ВектоКорь-IgG процент позитивных результатов составил 86,6% (116/134), негативных – 8,9% (12/134), отрицательных – 4,5% (6/134). Различия в полученных результатах связаны с критериями оценки результатов у разных производителей.

*Заключение.* Были исследованы 134 образца сывороток крови. При использовании 2 различных ИФА тест-систем для определения IgG антител к вирусу кори были выявлены определенные различия в полученных результатах, однако они сравнимы между собой. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что при диагностике гуморального иммунитета методом ИФА могут быть использованы разные тест-системы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бичурина М.А., Железнова Н.В., Лаврентьева И.Н., Антипова А.Ю., Куляшова Л.Б., Арег А. Тотолян. Результаты сравнительного изучения ИФА тест-систем при определении IgM-корь антител в разных географических зонах // Инфекция и иммунитет. - 2018. - №2. - С.230-234.

## РЕЛАКСАЦИЯ СТЕРИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ ЛИГАНДОВ БЕЛКОВ РАДИКАЛЬНО МЕНЯЕТ РЕЗУЛЬТАТЫ ВИРТУАЛЬНОГО СКРИНИНГА ИНГИБИТОРОВ РОСТА АМИЛОИДНЫХ ФИБРИЛЛ ТИПА TTR

В.К. Румянцева<sup>1,2</sup>, С.Н. Морозкина<sup>3</sup>, М.В. Успенская<sup>2</sup>, М.Г. Петухов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» - Петербургский институт ядерной физики

<sup>1</sup>Гатчина, Россия

<sup>2</sup>Университет ИТМО

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

<sup>2,3</sup> Санкт-Петербург, Россия

[rumyantseva\\_valery@niuitmo.ru](mailto:rumyantseva_valery@niuitmo.ru)

Амилоидные фибриллы образуют основной компонент амилоидных бляшек, которые связаны с рядом распространенных и изнурительных заболеваний, включая болезнь Альцгеймера.

*Цель исследований* - поиск низкомолекулярных ингибиторов роста амилоидных фибрилл типа TTR, а также оценка возможного влияния стерических деформаций, возникших в результате специфики алгоритма виртуального скрининга при фиксированном белке-рецепторе, на результаты связывания лигандов в полости белка-рецептора.

*Материалы и методы исследования.* В качестве белка-рецептора выступала амилоидная фибрилла типа TTR (PDB ID: 6SDZ), в качестве лигандов – библиотека ComOrg-67 (включает 67743 вещества), созданная на базе репрезентативного набора лекарственных подобных коммерчески доступных соединений [1], и библиотека ди- и три- пептидов USP (8400 веществ). Подготовка белка и лигандов, молекулярное моделирование, виртуальный скрининг (VLS) с последующей релаксацией стерических напряжений выполнялись в пакете программ ICM-Pro.

*Результаты исследования.* Несмотря на химическое разнообразие соединений наборов ComOrg-67 и USP, показано, что только 7 пептидов способны эффективно связываться в центральной полости амилоидных фибрилл TTR, предотвращая рост исследуемых белков. Результаты VLS подтверждают, что релаксация стерических напряжений лигандов в полученных комплексах существенно улучшает показатели докинга (величины связывания увеличиваются, как правило, в два раза). Стерические деформации можно эффективно устранить методом молекулярной механики (ММ) путем минимизации энергии гибкого лиганда в силовом поле гибких боковых цепей аминокислот фибриллы TTR. Данный подход менее вычислительно затратный в отличие от методов квантовой механики (QM).

*Заключение.* Предложенный подход молекулярной релаксации не только радикально улучшает характеристики связывания комплекса лиганд-белок, но и изменяет состав 1% лучших потенциальных лигандов более чем на 50%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда. Номер соглашения 21-74-20093.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Volochnyuk D. M. et al. Evolution of commercially available compounds for HTS //Drug Discovery Today. – 2019. – Т. 24. – №. 2. – С. 390-402.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛАГЕНОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ *COPRINOPSIS CINEREA* И *PARALITHODES CAMTSCHATICUS*

Г.С. Степанов, Ю.О. Королева, А.С. Хлудин, М.М. Шамцян, Н.В. Леонова, Е.В.  
Воробейчиков

*Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический  
университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[Stepanov-g@bk.ru](mailto:Stepanov-g@bk.ru)*

Протеолитический фермент коллагеназа находит широкое применение в офтальмологии, косметологии, хирургии для профилактики и лечения рубцовых образований и др.

*Цель исследований* - сравнительное изучение активности коллагеназы базидиального гриба *Coprinopsis cinerea* (Базидаз, ФГУП «Завод им. Морозова») и камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Ферменкол, АО НПК «Высокие технологии»).

*Материалы и методы исследования.* Специфическую ферментативную активность коллагеназ определяли в соответствии с методикой Mandl I. [1]. Количество свободных аминокрупп в испытуемых растворах измеряли с использованием нингидринового метода [2]. За единицу коллагенолитической активности (КЕА) принимали такое количество фермента, при воздействии которого на коллаген за 1,0 час выделяются продукты гидролиза, эквивалентные 1,0 мкг L-лейцина. Измерение концентрации белка проводили по методу Брэдфорда.

*Результаты исследования.* Полученные данные обрабатывали методами описательной и непараметрической статистики, представлены в табл.1.

**Таблица 1 - Сравнительная характеристика коллагенолитических ферментов *P. camtschaticus* и *C. cinerea***

Наименование показателя	<i>P.camtschaticus</i> (Ферменкол), М ± Sd; Ме; Средний ранг	<i>C.cinerea</i> (Базидаз), М ± Sd; Ме; Средний ранг	Критерий Манна-Уитни
Активность, КЕА/мл	270,18 ± 17,46 271,64 5,57	349,36 ± 82,78 342,08 9,43	MU = 11,00 Z = 1,725 P > 0,05
Белок, мг/мл	0,35 ± 0,02 0,36 10,00	0,17 ± 0,11 0,13 5,00	MU = 7,00 Z = -2,236 P < 0,05
Специфическая активность, КЕА/мг белка	743,22 ± 31,16 740,35 4,43	2247,46 ± 1460,68 1945,00 10,57	MU = 3,00 Z = -2,747 P < 0,05

*Заключение.* Сравнительная оценка коллагенолитической активности указанных ферментов демонстрирует возможность применения гриба *C. cinerea* в качестве продуцента коллагеназы, пригодной для создания лечебно-косметических композиций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mandl I. Collagenases and elastases //Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol. – 1961. – Т. 23. – С. 163-264.
2. Rosen H. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids //Archives of biochemistry and biophysics. – 1957. – Т. 67. – №. 1. – С. 10-15.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

А.С. Сулова, Б. Яздурдыев

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[suslova.as@edu.spbstu.ru](mailto:suslova.as@edu.spbstu.ru); [yazdurdyev.b@edu.spbstu.ru](mailto:yazdurdyev.b@edu.spbstu.ru)*

Структурные изменения белков определяют их функции в живом организме. До недавнего времени проблема фолдинга (сворачивания) белковой цепи считалась одной из самых серьезных проблем современной науки, так как человечество не имело достаточных вычислительных мощностей, чтобы строить модели, предсказывающие трехмерную структуру белка на основе аминокислотной последовательности. Из-за этого усложнялся поиск лечения некоторых опасных заболеваний. Решение проблемы расшифровки структуры белка позволило бы создать лекарства, которые смогут активировать желаемые полезные сигнальные пути в клетке и ингибировать процессы, связанные с развитием патологии, а также позволило бы получать новые белки с улучшенными функциями. *Цель исследований* - определение перспектив использования новейших нейросетей для определения структур белковых молекул и их поведения.

*Материалы и методы исследования.* Использована бесплатная поисковая система по биомедицинским исследованиям "PubMed", данные научного журнала "Protein Science", научные статьи сотрудников зарубежных и отечественных институтов.

*Результаты исследования.* Сегодня самые большие надежды подает нейросеть RoseTTAFold All-Atom - новейшая коллаборация AlphaFold и RoseTTAFold. AlphaFold уже зарекомендовала себя, ведь определяет структуру белков с 98,5% точностью [1,2]. Эта нейросеть в короткие сроки определила примерную трехмерную структуру около 20 тыс. белков человека, тогда как ученые до сегодняшнего дня смогли расшифровать менее процента белковых форм. Сейчас AlphaFold широко используется в Европе и Америке и уже позволила получить структуры белков, связанных с рядом болезней, например, с диабетом.

*Заключение.* На сегодняшний день определение структуры при помощи нейросетей - наиболее достоверный и быстрый способ. В потенциальном будущем нейросети могут помочь в изучении широкого спектра заболеваний: нейродегенеративные заболевания, такие как болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, различные формы рака, инфекционные заболевания, вызванные вирусами или бактериями и многие другие.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Нейросеть помогла биоинженерам МФТИ создать новые флавинсвязывающие белки // Wiley URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pro.4958> (дата обращения: 24.03.2024).
2. Theo Sanderson, Maxwell L Bileschi, David Belanger, Lucy J Colwell, ProteInfer, deep neural networks for protein functional inference // eLife sciences. - 2023. - С. 21.

## ПОЛУЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЛИЗАТОВ МЕТОДОМ АВТОЛИЗА

Е.С. Тасаева, К.Л. Шнайдер, М.Е. Зиновьева

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия  
[0202-84@mail.ru](mailto:0202-84@mail.ru)

Лизатами бактерий являются продукты распада клеток, представляющие собой фрагменты клеточной стенки и их внутриклеточного содержимого. Бактериальные лизаты обладают широким спектром свойств, например, иммуномодулирующим, противовоспалительным, противоаллергическим. Получение и последующее применение лизатов пробиотических культур бактерий является инновационным направлением в сферах пищевой промышленности, биотехнологии, косметологии и фармакологии [1].

*Цель исследований* - получение лизатов молочнокислых бактерий *p. Lactobacillus* методом автолиза.

*Материалы и методы исследования.* Выращивание культуры лактобактерий осуществляли на питательной среде MRS. В качестве источника бактерий был использован пробиотический препарат «Лактобактерин», представляющий собой микробную массу живых, антагонистически активных лактобактерий штаммов *Lactobacillus plantarum 8P-A3* или *Lactobacillus fermentum 90T-C4* лиофилизированных в среде культивирования. В полученную биомассу бактерий вносили дистиллированную воду из расчёта 0,25 мл на 0,5 г влажной биомассы и хлорид натрия из расчёта 0,1 г соли на 1 г АСБ. Автолиз осуществляли в термостатируемом шкафу при температуре 55 °С. Продолжительность автолиза составила 0-24 ч.

*Результаты исследования.* В полученных автолизатах определяли следующие показатели: общее содержание белка, аминокислот, аминсахаридов, пептидов с молекулярной массой менее 1500 D (см. табл. 1).

**Таблица 1 - Содержание биологически активных веществ в автолизатах лактобактерий**

Концентрация, мг/г АСБ	Продолжительность, ч		
	0	12	24
Белок	70,60	60,00	97,60
Пептиды	6,70	6,70	10,60
Аминокислоты	2,06	2,73	2,73
Аминосакхариды	4,09	2,73	7,64

В ходе исследований установлено, что в течение первых 12 часов процесса клетки бактерий сохраняют жизнеспособность. В связи с этим значительных увеличений определяемых показателей не происходят, а содержание аминсахаридов снижается. Это связано с использованием компонентов лизатов бактериальными клетками для поддержания метаболизма.

К 24 часам автолиза происходит увеличение общего содержания белка и пептидов низкой молекулярной массы, что отражает степень гидролиза клеточной стенки и других структур клетки. Незначительное увеличение аминокислот и аминсахаридов связано с сохранением жизнеспособности неавтолизованной культуры бактерий, которая продолжает размножаться и использует данные вещества в качестве питательного субстрата.

*Заключение.* Методом автолиза можно получать лизаты пробиотических бактерий.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кощаев А.Г. Разработка оптимального способа получения гидролизата молочнокислых бактерий / А.Г. Кощаев [и др.] // Научный журнал КубГАУ. - 2017. - № 132 (08). - С. 1-13.

## ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИРУЛЕНТНОГО БАКТЕРИОФАГА *ESCHERICHIA COLI PHITA5-7*, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ОРНИТОГЕННОГО БИОЦЕНОЗА ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ

Д.А. Фалалеева<sup>1</sup>, А.Е. Гончаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет),

<sup>2</sup>Институт экспериментальной медицины  
Санкт-Петербург, Россия  
[f.daria@list.ru](mailto:f.daria@list.ru)

*Escherichia coli* — грамотрицательная бактерия, патогенные штаммы которой могут вызывать широкий спектр заболеваний. Широкое распространение мультиантибиотикорезистентных штаммов данной бактерии и способность формировать биопленки создают сложности в терапии госпитальных коли-инфекций [1]. В связи с этим вновь возрастает интерес к бактериофагам как к альтернативе в борьбе с патогенными бактериями [2]. Однако, эффективность имеющихся на рынке бактериофаговых препаратов варьирует в широких пределах, что требует постоянного обновления штаммов бактериофагов, используемых в терапевтических и противоэпидемических целях. Данное обстоятельство актуализирует необходимость поиска новых бактериофагов.

*Цель исследования* - изучить характеристики биологических свойств бактериофага *phita5-7*, выделенного из озерной воды острова Хасуэлл, Антарктика в ходе 68 Российской антарктической экспедиции.

*Материалы и методы исследования.* Для выделения фага были использованы штаммы *E. coli* 10MYR, 11-1MYR, 7MYR в орнитогенного происхождения. С использованием метода спот-тест установлено, что данный бактериофаг проявляет выраженную литическую активность по отношению к клиническим изолятам *E. coli*, включая БЛРС-продуцирующий штамм *E. coli* CCUG 52544.

*Результаты исследования.* Данный бактериофаг располагает геномом размером 137.6 Кб, не несущим в себе генов интеграз; и филогенетически родственен облигатно вирулентным вирусам рода *Vequintavirus* (с 96% сходством с *Escherichia phage nimi* (GenBank Acc.№ MN850626.1)). Вирусы рода *Vequintavirus* считаются перспективными для включения в состав терапевтических фаговых препаратов в связи со способностью эффективно разрушать бактериальные биопленки [3].

*Заключение.* Природная среда Антарктики может быть источником вирулентных бактериофагов, имеющих перспективы практического использования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Development of phage cocktails to treat *E. coli* catheter-associated urinary tract infection and associated biofilms / В. С. Sanchez [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – Vol. 13.
2. Sada T. S., Tessema T. S. Isolation and characterization of lytic bacteriophages from various sources in Addis Ababa against antimicrobial-resistant diarrheagenic *Escherichia coli* strains and evaluation of their therapeutic potential // *BMC Infectious Diseases*. – 2024. – Vol. 24. – № 1. – P. 310.
3. Three New *Escherichia coli* Phages from the Human Gut Show Promising Potential for Phage Therapy / M. Dalmasso [et al.] // *PLoS One*. – 2016. – Vol. 11. – № 6.

## ЭНЗИМАТИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ ГЛИЦЕРИДОВ

А.Г. Хакимова, М.Е. Зиновьева, К.Л. Шнайдер

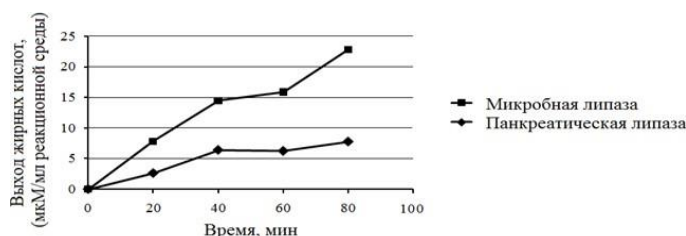
*Казанский национальный исследовательский технологический университет**Казань, Россия**[hakimova.adelya@bk.ru](mailto:hakimova.adelya@bk.ru)*

Глобальной проблемой XXI века является широкое распространение антибиотикорезистентных и антибиотикозависимых бактерий, что может иметь катастрофические последствия. Требуется постоянный поиск и внедрение новых антимикробных препаратов. Насыщенные жирные кислоты C<sub>8</sub>–C<sub>14</sub> и их моноглицериды обладают антимикробными и противовирусными свойствами, не вызывают формирование резистентности бактерий [1]. Наиболее подходящим источником данных жирных кислот является кокосовое масло. Наиболее щадящим методом гидролиза масел является ферментативный.

*Цель исследований* - изучение процессов гидролиза кокосового масла в обращенных мицеллах аэрозоля ОТ с применением двух ферментов.

*Материалы и методы исследования.* В качестве катализаторов использовали: коммерческий ферментный препарат *Lipase from porcine pancreas* и коммерческий ферментный препарат «Микробная липаза».

*Результаты исследования.* Установлено, что панкреатическая липаза проявляет максимальную активность при степени гидратации мицелл  $\omega_0=56$ , что соответствует радиусу внутренней полости мицеллы  $r_m=8,8$  нм, а максимальная активность микробной липазы достигается при степени гидратации  $\omega_0=162$  нм и радиусе  $r_m=26,6$  нм. Изучена динамика гидролиза кокосового масла. Данные представлены на рис.1.



**Рисунок 1 - Динамика гидролиза кокосового масла в мицеллярных системах**

Микробная липаза осуществляет гидролиз в 3 раз эффективнее, чем панкреатическая липаза.

*Заключение.* Показана возможность ферментативного получения эффективных антибактериальных и противовирусных средств – моноглицеридов среднецепочечных жирных кислот путем гидролиза кокосового масла.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Surfactin and capric acid affect the posaconazole susceptibility of candida albicans strains with altered sterols and sphingolipids biosynthesis / D. Derkacz, M. Grzybowska, L. Cebula, A. Krasowska// International Journal of Molecular Sciences. - 2023. - №24. - 18 p.

## ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ НА СПЕЦИФИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КОЛЛАГЕНАЗЫ БАЗИДИОМИЦЕТА *COPRINOPSIS CINEREA*

А.С. Хлудин, Г.С. Степанов, М.М. Шамцян, Б.А. Колесников

*Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический  
университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[xludin.ar@yandex.ru](mailto:xludin.ar@yandex.ru)*

Коллагеназы являются одними из самых эффективных протеолитических ферментов, т.к. обладают способностью обеспечивать расщепление коллагена – главного компонента ран и рубцов.

*Цель исследований* - изучение влияния ионов металлов на специфическую ферментативную активность коллагеназы, получаемой при культивировании базидиомицета *Coprinopsis cinerea*.

*Материалы и методы исследования.* Специфическую ферментативную активность коллагеназы базидиомицета *Coprinopsis cinerea* определяли в соответствии с методикой Mandl I [1]. Суспензию коллагена инкубировали в присутствии изучаемого фермента при 37 °С в течении 1 часа. Количество свободных аминокрупп в полученном испытуемом растворе измеряли с использованием нингидринового метода [2]. Для оценки чувствительности изучаемого фермента к ионам металлов в испытуемый раствор добавляли соли исследуемых металлов в концентрации 1 мМ. Активность коллагеназы в полученных растворах сравнивали с активностью коллагеназы в растворе, не содержащем ионы исследуемых металлов.

*Результаты исследования.* Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Относительная ферментативная активность коллагеназы в присутствии ионов металлов.**

Ион металла	Относительная активность фермента, %
-	100
Ca <sup>2+</sup>	107
Ba <sup>2+</sup>	108
Pb <sup>2+</sup>	103
Sn <sup>2+</sup>	149
Cd <sup>2+</sup>	121
Fe <sup>2+</sup>	144
Zn <sup>2+</sup>	109
Ni <sup>2+</sup>	103

В ходе исследования не было обнаружено ингибирующего влияния приведенных выше металлов на специфическую активность коллагеназы базидиомицета *Coprinopsis cinerea*.

*Заключение.* Можно сделать вывод о причислении исследуемой коллагеназы базидиомицета *Coprinopsis cinerea* к классу металозависимых протеиназ (КФ 3.4.24).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mandl I. Collagenases and elastases //Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol. – 1961. – Т. 23. – С.163-264.
2. Rosen H. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids //Archives of biochemistry and biophysics. – 1957. – Т. 67. – №. 1. – С. 10-15.



## БИОГЕНЕЗ ЭКЗОСОМАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЗИКУЛ *VITIS VINIFERA* И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Ж.Л. Цыденешева, Ю.Н. Шкрыль, Ю.Н. Югай, Е.С. Менчинская

*Дальневосточный Федеральный Университет*

*Владивосток, Россия*

*[zargalma2509@gmail.com](mailto:zargalma2509@gmail.com)*

Экзосомальные везикулы растений представляют собой наноразмерные внеклеточные липидные образования, которые играют важную роль в межклеточной и межорганизменной коммуникацию [1].

*Цель исследований* – изучить возможность использования нановезикул в качестве платформы для таргетной доставки.

*Материалы и методы исследования.* Нановезикулы выделяли из растения и каллусной культуры *Vitis vinifera* методом дифференциального центрифугирования и установили с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), что растительные и каллусные нановезикулы имеют округлую форму, а также размер частиц варьировал в пределах от 80 до 120 нм.

*Результаты исследования.* Определили с помощью NTA анализа, что концентрация нановезикул в каллусной культуре *V. vinifera* снижена по сравнению с накапливающимися в растении. Также уровень экспрессии ключевых для биогенеза нановезикул белков таких как PEN1 и TET8 снижен в каллусной культуре *V. vinifera*. Установили, что растительные и каллусные нановезикулы содержат маркерные экзосомальные микроРНК159, 169, 189, 3633.

Выявленная сниженная концентрация нановезикул в каллусной культуре может быть искусственно повышена за счет воздействия природного элиситора, в нашем случае использовали салициловую кислоту (СА). Обработку СА проводили в течение 24 часов и двух недель и оценивали последующее влияние на концентрацию и транскрипционный уровень специфических генов. В результате концентрация нановезикул и их гидродинамический диаметр оставались стабильными в каллусе, обработанном в течение 24 часов, а при длительной обработке наблюдалось трехкратное снижение содержания везикул с уменьшением среднего размера.

Таким образом, необходимо изучить поглощение нановезикул целевыми клеточными культурами. Использовали клеточную культуру трижды негативного рака молочной железы (ТНРМЖ) mda-mb231. В результате установили наличие цитотоксической активности экзосом с помощью МТТ-теста в отношении клеточной линии. Максимальный ингибирующий эффект наблюдался в концентрациях от  $6,15 \times 10^9$  до  $0,77 \times 10^9$ , и он составил от 21,25 до 19,7% от контроля, соответственно. А также, инкубирование клеток линии mda-mb231 с экзосомами приводит к достоверному снижению живых клеток и вызывает достоверное увеличение количества клеток в фазе G1. Так максимальный эффект наблюдался при концентрации  $1,2 \times 10^9$ .

*Заключение.* Впервые выделены и охарактеризованы экзосомальные везикулы из каллусной культуры *A. thaliana* и *V. vinifera*. Установлено, что по своим характеристикам каллусные нановезикулы незначительно отличаются от накапливающихся в растении, однако общая продукция нановезикул в каллусах снижена. Кроме того, визуализировали эффективное поглощения нановезикул целевыми клетками (ТНРМЖ).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Brian, D.R. Extracellular vesicles isolated from the leaf apoplast carry stress-response proteins /Brian D. R., Roger W. I. // Plant Physiology.- 2016. – P. 728-741.

## ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ЭКСТРАКТА ИЗ ПЕРЕГОРОДОК ОРЕХА ГРЕЦКОГО

Д.А. Черникова<sup>1</sup>, Ю.Г. Базарнова<sup>1</sup>, С. Джурович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт общей и физической химии

<sup>2</sup>Белград, Сербия

[dasha511997@yandex.ru](mailto:dasha511997@yandex.ru)

*Актуальность.* В последнее время отечественными и зарубежными учеными активно ведется работа по изучению фитохимического состава и фармакологических свойств перегородок ореха грецкого (ПОГ). Исследования показали широкий спектр биологической активности ПОГ наряду с безопасностью их компонентов, фитохимический профиль которых характеризуется значительным содержанием флавоноидов и их гликозидов, фенольных кислот и полифенольных веществ. Экстракты из ПОГ обладают высокой антиоксидантной, противовоспалительной, противоопухолевой активностью, антимикробным и антимуtagenным потенциалом [1–3].

*Цель исследований* - идентификация фитохимических веществ и анализ состава густого экстракта фенольных соединений ПОГ, полученных от селекционных сортов Никитского ботанического сада (Крым).

*Материалы и методы исследования.* Густой экстракт фенольных соединений получали путем упаривания под вакуумом водно-спиртовых извлечений из биомассы ПОГ. Идентификацию и анализ состава густого экстракта осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием системы UHPLC Dionex Ultimate 3000 с диодноматричным детектором, подключенным к тройному квадрупольному масс-спектрометру TSQ Quantum Access Max (ВЭЖХ-ДАД МС/МС).

*Результаты исследования.* В составе густого экстракта идентифицированы галловая и гидроксикоричная кислоты, флавоноиды и их гликозиды. Суммарное содержание основных идентифицированных фенольных веществ в густом экстракте составило 69,43 мг/г. Содержание галловой кислоты составило 60,58 мг/г; сумма идентифицированных флавоноидов и их гликозидов — 119,75 мг/г, среди которых преобладают катехин (70,71 мг/г), кверцетин-3-О-рамнозид (23,77 мг/г) и гиперозид (кверцетин-3-галактозид) (11,67 мг/г).

*Заключение.* Полученные результаты свидетельствуют, что ПОГ являются ценным источником фенольных соединений. Экстракты из ПОГ могут быть рекомендованы в качестве функциональных ингредиентов или использоваться в качестве фармсубстанций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mateş, L.; Rusu, M.E.; Popa, D.-S. Phytochemicals and Biological Activities of Walnut Septum: A Systematic Review. *Antioxidants* 2023, 12, 604. DOI:10.3390/antiox12030604.
2. Rusu, M.E.; Fizesan, I.; Pop, A.; Mocan, A.; Gheldiu, A.-M.; Babota, M.; Vodnar, D.C.; Jurj, A.; Berindan-Neagoe, I.; Vlase, L.; et al. Walnut (*Juglans regia* L.) Septum: Assessment of Bioactive Molecules and In Vitro Biological Effects. *Molecules* 2020, 25, 2187. DOI: 10.3390/molecules25092187.
3. Fizeşan, I.; Rusu, M.E.; Georgiu, C.; Pop, A.; Ştefan, M.-G.; Muntean, D.-M.; Mirel, S.; Vostinaru, O.; Kiss, B.; Popa, D.-S. Antitussive, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Effects of a Walnut (*Juglans regia* L.) Septum Extract Rich in Bioactive Compounds. *Antioxidants* 2021, 10, 119. DOI: 10.3390/antiox10010119.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ

Д.С. Шамрицкая, В.А. Килимник, А.А. Чекменева, М.А. Дмитриенко

ООО «АМА Мир»  
Санкт-Петербург, Россия  
[dashacomka@yandex.ru](mailto:dashacomka@yandex.ru)

В настоящее время в больницах повсеместно для постановки диагноза синдрома избыточного бактериального роста используется метод водородно-метанового дыхательного теста (ВМДТ). При проведении ВМДТ оценивается альвеолярный выдыхаемый пациентом воздух. Данный метод диагностики является неинвазивным и достаточно точным при соблюдении правильной подготовки к проведению теста, включающую в себя диету и гигиену полости рта, а также верную методику проведения теста.

*Цель исследований* - при проведении ВМДТ необходимо следить за степенью альвеолярности, которую можно оценить по концентрации кислорода в выдыхаемой пробе.

*Результаты исследования.* Выдыхаемый воздух считается альвеолярным, если содержание кислорода в пробе не превышает 15%. В случае, если выдыхаемый воздух имеет концентрацию выше 15%, проба считается недействительной, и ее нужно отбирать заново. В большинстве случаев, в водородно-метановых измерительных приборах (таких как GastroCheck Gastrolyzer [1]) устанавливается кислородный датчик для контроля правильного отбора проб, но иногда пробы отбираются в специальные пакеты, благодаря которым можно проводить диагностику пациентов вдали от стационарного прибора. Однако, при использовании пакетов, возможности контроля правильного отбора проб нет. В связи с этим возникла потребность в разработке компактного прибора, который мог бы помочь контролировать правильность отбора пробы в пакет вдали от стационарного прибора.

На данный момент компанией ООО «АМА Мир» ведется разработка газоанализатора, рассчитанного на измерение уровня кислорода в выдыхаемом воздухе. В качестве основного датчика прибора был выбран сенсор отечественного российского разработчика фирмы «ООО Оксоний» Oksik3 [2], обеспечивающий измерение концентрации кислорода в воздухе в пределах до 30%. Разрабатываемый прибор может как подключаться в магистраль отбора пробы для контроля непосредственно во время проведения отбора проб, так и использоваться как дыхательный тренажер, который позволяет пациентам потренироваться правильно выдыхать в мешок для отбора проб до того, как приступить к исследованию.

*Заключение.* Разработан прототип устройства для определения кислорода в воздухе, подключающийся напрямую в магистраль отбора пробы. Были проведены калибровка прототипа, его лабораторные и натурные испытания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. GastroCheck Gastrolyzer URL: <https://www.gastrolyzer.com/gastroch4eck/>
2. Oxonium gas sensors URL: <http://oxonsens.ru/>

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГРИБОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПОМОЧЬ ПРЕДОТВРАТИТЬ И ВЫЛЕЧИТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Мохамед Фриуи, Андрей Шамцян

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[friouipeter@mail.ru](mailto:friouipeter@mail.ru)*

Биологически активные пищевые добавки являются важной группой пищевых продуктов, позволяющих восполнять нехватку в организме тех или иных важных компонентов [1].

*Цель исследований* – провести анализ литературных источников о биологически активных веществах грибов.

*Материалы и методы исследования.* При выполнении литературного обзора использовались следующие базы данных: eLIBRARY.RU, Elsevier ScienceDirect, Scopus, PubMed, Cyberleninka.

*Результаты исследования.* Уникальные структурные характеристики  $\beta$ -глюканов позволяют им выполнять специализированные физиологические функции: снижение уровня холестерина, регулирование уровня сахара в крови и повышение иммунитета [2]. Они не только могут использоваться в фармацевтических препаратах, но также являются своего рода идеальной здоровой пищей, которую можно использовать в качестве пищевой добавки в пищевой промышленности с хорошей прикладной ценностью и перспективой развития. Установлено, что бета-D-глюканы способны индуцировать эпигенетическое ремоделирование миелоидных клеток на уровне их предшественников, что обеспечивает более высокий уровень неспецифической противомикробной защиты. Учитывая совокупность всех фармакологических свойств бета-D-глюканов, их использование возможно как для профилактики сезонных респираторных заболеваний, в том числе Covid-19, так и для лечения в дополнение к базисной терапии. Патологические особенности тяжелого клинического течения Covid-19, связанного с высоким провоспалительным преморбидным фоном у лиц пожилого возраста и лиц с различными хроническими воспалительными и метаболическими заболеваниями, позволяют рассматривать назначение препаратов на основе грибных бета-D-глюканов как самую адекватную профилактическую меру.

*Заключение.* Выраженная противовоспалительная активность, проявляемая полисахаридами грибов, позволяет использовать их в период развернутых клинических проявлений инфекции, как дополнение к базисной терапии, для снижения риска развития наиболее тяжелого осложнения Covid-19: цитокинового шторма и коагулопатия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Antontceva E., Sorokin S., Shamtsyan M., Krasnikova L. INFLUENCE OF PLEUROTUS OSTREATUS PREPARATIONS ON FERMENTATION PRODUCTS OF LACTIC ACID CULTURES // Journal of Hygienic Engineering and Design. - 2018. - V. 22.- P. 47-52.
2. Shamtsyan M., Antontceva E., Panchenko A., Petrish-Chev N. HYPERLIPIDEMIC AND HYPOCHOLESTEROLIC ACTION OF SUBMERGE CULTURED MUSHROOMS //Journal of Hygienic Engineering and Design.- 2014.- V. 7. - P. 96.

# **ПИЩЕВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ**

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ БЕЛКОВ БОБОВЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Ж.Б. Бактыбекова, Л.Н. Рождественская

*Новосибирский государственный технический университет*

*Новосибирск, Россия*

*[Zhibek.baktybekova@mail.ru](mailto:Zhibek.baktybekova@mail.ru)*

В настоящее время существует тенденция потребления белков растительного происхождения, обоснованная трендами устойчивого развития, экологической безопасности и экономической целесообразностью. Проблема белковой недостаточности неоднократно обсуждается в повестке обеспечения общей продовольственной безопасности, поскольку его дефицит в рационах коррелирует с кризисами здоровья населения в целом.

Разработка пищевых продуктов с использованием биотехнологической конверсии растительного сырья является активно разрабатываемой и актуальной задачей.

*Целью* данной работы является рассмотрение перспектив применения ферментативно - обработанного бобового сырья для производства пищевых продуктов.

Одним из многообещающих источников растительного белка для населения России являются бобовые. Бобовое сырье является источником безглютенового белка, с высоким содержанием клетчатки. Клеточные оболочки бобовых практически не меняются в процессе пищеварения, их белки усваиваются менее эффективно по сравнению с животными.

Кроме того, в бобовых присутствуют антипитательные факторы, которые не только затрудняют переваривание белка, но и содержат микотоксины, остатки пестицидов, что представляет определенные риски для здоровья. Также, белки бобовых культур имеют фракции, которые обладают аллергенными свойствами.

Устранение данных недостатков бобовых зачастую решается за счёт биодеструкции, осуществления расщепления макромолекул белков и крахмала в ходе осуществляемого с помощью щелочей, кислот или протеолитических ферментов гидролиза.

По сравнению с щелочным и кислотным гидролизом, значительным преимуществом обладает ферментативный, так как при его осуществлении практически не разрушаются и не вступают в дополнительные реакции аминокислоты. Расщепление белков при гидролизе с протеолитическими ферментами, происходит аналогично процессам, происходящим в организме человека под действием пищеварительных ферментов.

Далее для анализа свойств белков в полученном гидратизате используется электрофорез, позволяющий понять и оценить полученный фракционный состав белкового продукта. Данный способ биотехнологической конверсии способствует использованию гидролизатов бобовых при производстве пищевых продуктов на основе понимания их физико-химических свойств.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Микулович Т. П. Растительный белок. Практикум: Учебное пособие для вузов / Т. П. Микулович – Москва: Издательство "Агропромиздат", 1991. – 128 с.
2. Ain T., Nur S., Zamzahaila M. Z. Protein Hydrolysate from Underutilized Legumes: Unleashing the Potential for Future Functional Foods. *Journal of Prev Nutr Food Sci.*, 2021, vol. 3, no. 28. – P.209-223.
3. Dome 1, Akimenko,1 Bychkov A. L. Protein On the Applicability of Electrophoresis for Protein Quantification. *Journal of Polymers.*, 2021, vol. 13, no. 22. – P.3971

## ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А.С. Басковцева<sup>1</sup>, Н.В. Баракова<sup>1,2</sup>, А. Рим<sup>1</sup>, В.И. Кувшинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Санкт-Петербург, Россия  
[baskovtseva.ang@yandex.com](mailto:baskovtseva.ang@yandex.com)

Использование пектиновых веществ в качестве добавок для обогащения кисломолочных продуктов представляет собой значительный потенциал для улучшения качества и функциональности этих продуктов. Пектиновые вещества, получаемые из различных источников, таких как фрукты и овощи, являются натуральными ингредиентами с множеством полезных свойств [1].

Цель данной работы проанализировать существующие исследования и подтвердить важность использования пектиновых веществ для обогащения кисломолочных продуктов.

Исследования показывают, что добавление пектиновых веществ в кисломолочные продукты, может оказать значительное влияние на их микробную флору. Пектин, являясь пребиотиком, способствует росту полезных микроорганизмов, таких как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, которые являются ключевыми для здоровья кишечника. Кроме того, пектин может служить источником углеводов для микроорганизмов, увеличивая их жизнеспособность и ускоряя процессы брожения [2]. Таким образом, добавление пектиновых веществ может сделать кисломолочный продукт более функциональным, повышая его питательную ценность и полезность для здоровья.

В последние годы наблюдается заметный рост научных исследований, посвященных фармакологическим и медико-биологическим аспектам пектинов. Особый интерес вызывает анализ способности пектинов выводить из организма токсичные соединения, включая катионы поливалентных металлов и радионуклиды. Это открывает новые перспективы для использования пектиновых веществ как эффективных природных радиопротекторов и средств профилактики, направленных на смягчение негативного воздействия окружающей среды и вредных условий труда. Комплексообразующие свойства пектинов проявляются сильнее, когда степень этерификации пектина ниже 50%. Ранее нами был проведен анализ морковных и яблочных выжимок, результаты показали, что, обработанные ферментным препаратом пектолитического действия Fructozym MA, морковные выжимки содержат пектиновые вещества со степенью этерификации 34% [3], что открывает возможности создания продуктов питания с лечебно-профилактическими свойствами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Огнева О. А. Пектиносодержащие напитки с пробиотическими свойствами / О. А. Огнева, Л. В. Донченко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107 (03). – С. 333-341.
2. Догарева Н. Г. Кисломолочные продукты с пищевыми волокнами / Н. Г. Догарева, М.Б.
3. Ребезов // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры», 03–05 февраля 2016 года, Оренбург. – 2016. – С. 1095-1105.
4. Al-Yasari A. Juice yield and pectin indicators in apple and carrot pomace / A. Al-Yasari, N. V. Barakova, R. Alkhateeb, F. A. Novhannisyanyan, A. S. Baskovtceva, E. I. Kiprushkina // Functional Foods in Health and Disease. – 2023. – № 11. – P. 559-573.

## ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ВИНОДЕЛИИ

**А.Р. Белоусов**

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Санкт-Петербург, Российская Федерация,  
[artemkidinov@mail.ru](mailto:artemkidinov@mail.ru)*

*Цель исследования: найти новые препараты для стабилизации виноматериалов.*

Виноделие – это процесс производства вина из винограда. Оно включает в себя несколько этапов: выращивание винограда, сбор урожая, переработка сырья, брожение и выдержка вина. Виноделие – важная отрасль пищевой промышленности России. В процессе производства применяется большое количество веществ для улучшения качества виноматериалов. С каждым годом растет потребность в инновационных технологиях улучшающих качество вина.[1]

После прессования мезги (твердых остатков винограда) в сусле содержатся примеси и взвеси, которые придают ему мутность. Их нужно осадить. Для этого применяются: бентонит, рыбий клей, желатин, каолин. Каждый из них обладает своими недостатками, которые достаточно сильно влияют на качество виноматериалов и их дальнейшие органолептические свойства. Использование гуммиарабика имеет ряд преимуществ над другими осветлителями и осадителями.[2]

Гуммиарабик – полисахарид со множеством разветвлений из галактозы и арабинозы с небольшой белковой фракцией. Его молекулярная структура способствует стабилизации цвета, замедляет процессы полимеризации и выпадения в осадок красящих веществ за счет содержания высоких белковых фракций. Он состоит из стабильных макромолекул, которые ингибируют агрегацию нестабильных коллоидов, образующих помутнения и осадки в бутылке. Гуммиарабик уменьшает терпкость и увеличивает ощущение объема и округлости в вине. [3]

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Официальный сайт [vinograd.info](http://vinograd.info) /Электронный ресурс/ Режим доступа <https://vinograd.info/knigi/teoriya-i-praktika-vinodeliya/proizvodstvo-specialnyh-vin-5.html>
2. Официальный сайт ИОС (анализ вина, лаборатории энологии) /Электронный ресурс/ Режим доступа <https://ios.eu.com/ru/>
3. Тихонова А. Н. Влияние штаммов активных сухих дрожжей на органолептику вина/ А.Н. Тихонова, Л.И. Стрибижева, Е.В. Ежова, Н.Ю. Качаева// Виноделие и виноградарство. – 2011. –№ 2. – С. 14–15.



## КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА РЖАНОГО ХЛЕБА С УЧЕТОМ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Н.Ю. Быкова, В.Я. Черных

*ФГАНУ НИИХП, Центр реологии пищевых сред  
Москва, Россия  
[aquamarine-neo@mail.ru](mailto:aquamarine-neo@mail.ru), [polybiotest@rambler.ru](mailto:polybiotest@rambler.ru)*

Коагуляционная структура ржаного теста, характеризующаяся повышенными адгезионными свойствами и пластичностью, обуславливает определенные параметры протекания операций замеса полуфабриката (ПФ), его созревания, формования и окончательной расстойки тестовых заготовок (ТЗ). При этом основополагающее место в придании характерного вкуса и аромата изделиям из ржаной муки имеют продукты метаболизма молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток, что обуславливает необходимость контроля процесса брожения, как самого ржаного теста, так и заквасок.

Поэтому целью настоящего исследования явилась разработка комплексной системы показателей, отражающей реологические и биотехнологические свойства ПФ, для организации мониторинга динамики технологических операций производства изделий из ржаной муки.

*Материалы и методы.* В рамках проводимых исследований анализировали пробы ржаной обдирной муки по требованиям ГОСТ 7045-2017. В контексте разработанного комплексного подхода к оценке показателей качества муки определяли ее гранулометрический состав (Гранулометр ГИУ-1), данные фаринограммы (Farinograph-E) и миксолабограммы (Micolab), вязкость ржаного теста после замеса (Структурометр СТ-2), газообразующую способность муки и параметры брожения ржаных ПФ (Rheofermentometer F3) [1]. Выпечку ржаного хлеба в лабораторных условиях осуществляли по методике ФГАНУ НИИХП.

*Обсуждение результатов.* Получены данные о влиянии показателя титруемой кислотности ржаных ПФ; вида и дозировки органических кислот, вносимых для моделирования кислотности теста; температуры окружающей среды на динамику операций замеса теста, его брожения и качество готового хлеба. На основании мониторинга газообразования в ржаном ПФ определена продолжительность брожения ржаного теста (по времени достижения экстремума-максимума на кривой скорости изменения давления  $\text{CO}_2$ ) с последующей оптимизацией операций его созревания и окончательной расстойки ТЗ.

*Заключение.* Таким образом, для производства ржаного хлеба стабильно высокого качества необходимо оценивать реологические и биотехнологические свойства ржаных ПФ при контроле показателя их титруемой кислотности:  $6,0 \pm 0,5 \text{ град}$ . (после замеса теста) и  $9,0 \pm 0,5 \text{ град}$ . (по окончании брожения). Определение дозировки воды для замеса теста необходимо осуществлять с учетом его консистенции  $250 \pm 10 \text{ е.Ф}$ . Контроль процесса брожения требуется производить по скорости изменения количества образующегося  $\text{CO}_2$  и относительному изменению потенциометрических характеристик. При этом рациональной температурой операции созревания ржаного теста является значение, равное  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , а окончательной расстойки ТЗ –  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черных, В.Я. Многопараметрический метод контроля технологических свойств ржаной хлебопекарной муки / В.Я. Черных, Н.Ю. Быкова // Хлебопродукты. – 2015. – № 12. – С. 44.

## ИЗУЧЕНИЕ КОЖИ РЫБ СЕМЕЙСТВА СЕЛЬДЕВЫХ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Г.И. Герасимчик, Е.Э. Куприна

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[bedgoga@gmail.com](mailto:bedgoga@gmail.com)*

В современных условиях в рационе большинства жителей Европы и России наблюдается дефицит омега-3 и омега-6 ненасыщенных жирных кислот из-за недостаточного потребления жирной морской рыбы и морепродуктов, которые являются основным источником этих кислот. Множество исследований подтверждают, что в отходах от переработки гидробионтов содержится значительное количество незаменимых жирных кислот, помимо тех, что присутствуют в самих рыбах и других морепродуктах. Исходя из этого, представляется целесообразным использовать эти отходы для получения полиненасыщенных жирных кислот, которые могут быть использованы в дальнейшем для создания биологически активных добавок (БАД) [1, 2].

Известно, что при переработке рыбы образуется большой объем отходов, содержащих ценные компоненты в пищевом и биологическом значении. Однако в настоящее время большинство отходов используются не рационально. Например, при производстве продуктов, технология которых основана на посоле рыб семейства сельдевых, образуется большое количество вторичного сырья, а именно кожи рыб, содержащей целый ряд полиненасыщенных жирных кислот, особенно омега-3 жирных кислот [1, 3].

В ходе работы исследован химический состав кожи сельдевых, полученной после разделки сырой и засоленной рыбы, а также разница данных составов, получен конечный продукт из исходного сырья и определены его физико-химические свойства.

Установлено, что целесообразно использование кожи рыб сельдевых для получения новых видов биологически активных веществ омега-3 и омега-6 жирных кислот, а также возможность использования кожи, полученной из вторичного сырья продуктов посола. Исследованы физико-химические свойства липидов, выделенных из кожи рыб.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Самойлова, Д.А. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок / Д.А. Самойлова, М.Е. Цибизова // Вестник АГТУ. Серия: рыбное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 129- 136
2. Разработка технологии получения эссенциальных жирных кислот из гидролизатов рыб повышенной жирности / Е.Э. Куприна, [и др.] // Вестник Российской военно- медицинской академии. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 119-130.
3. Díaz M. Characteristics of salted and dried cod from different sources / M. Díaz, M. J. Pérez, M. L. Nieto // Journal of Food Engineering, 2009. – № 90(1). – P. 116-122.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПАСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Е.Ю. Грушина, Н.С. Лимарева

*ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»  
Пятигорск, Россия  
[e.grushina.1710@yandex.ru](mailto:e.grushina.1710@yandex.ru)*

Спортивное питание с каждым годом набирает популярность как среди спортсменов, так и среди людей, придерживающихся здорового образа жизни. При интенсивных физических нагрузках большое значение имеет не только энергетическая ценность рациона спортсмена, но и пищевая ценность, особенно важно употребление белка, так как именно он непосредственно участвует в восстановлении и росте мышечной ткани, он способствует улучшению общей производительности, выносливости и восстановлению после тренировок. [1]

В спортивном питании белок обычно представлен в виде протеиновых добавок, которые обеспечивают быстрый и эффективный способ получения необходимого белка, одним из распространенных видов белка является изолят сывороточного белка, отличительной особенностью которого является более быстрое усваивание организмом, содержит все незаменимые аминокислоты, способствует снижению усталости и улучшению работы сердечно-сосудистой системы. Добавление его в пастильные изделия в качестве функционального ингредиента способствует улучшению органолептических показателей, расширению ассортимента продукции, повышению пищевой ценности изделий. [2]

В ходе исследования были сделаны пять образцов из облепихово-яблочного пюре с добавлением изолята сывороточного белка. По результатам дегустационной комиссии по органолептическим показателям был определен лучший образец с содержанием изолята сывороточного белка в количестве 20 % от общей массы.

Расчётным методом проведено исследование пищевой и биологической ценности разработанного пастильного изделия. [3] При употреблении 100 г готового изделия удовлетворение суточной потребности белка составляет 30 %, пищевых волокон – 40 %, витамина С – 80%, β-каротина – 30 %, железа – 29 %, магния – 25 %, витамина А – 20 %. Результаты исследований химического состава разработанных изделий показывают, что рецептурное соотношение выбранных сырьевых компонентов обеспечивает оптимальное соотношение физиологически активных компонентов, придавая им функциональные свойства. Они обогащены белками и углеводами с высокой степенью усвояемости, имеют низкое содержание липидов, повышенное содержание витаминов и минеральных веществ, обладают высокими органолептическими свойствами.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Тарасова Н. С., Лавренчук С. С., Лавренчук А. А., Беликов Р. А. Спортивное питание // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2009. №5.
2. Авилова, И. А. Продукты повышенной биологической ценности для спортивного питания / И. А. Авилова // *Региональный вестник*. – 2019. – № 8(23). – С. 17-19.
3. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. академика А.А. Покровского. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 228 с.

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕСТА С ДОБАВЛЕНИЕМ МУКИ КИНОА

**А.И. Киско**

*НИУ ИТМО*

*Санкт-Петербург, Россия*

*[aikisko@niuitmo.ru](mailto:aikisko@niuitmo.ru)*

Одним из перспективных нетрадиционных видов сырья является мука киноа. Использование киноа позволяет обогатить продукт такими биологически активными компонентами, как белки, полисахариды, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды, фенольные кислоты, сапонины и минералы [1]. Ввиду роста тенденции здорового образа жизни все большее предпочтение отдают хлебцам, так как они являются более полезной и здоровой альтернативой обычному хлебу.

*Целью* данного исследования являлось: изучить влияние муки киноа на реологические показатели теста и бродильную активность дрожжей.

Для проведения экспериментов использовали муку пшеничную цельнозерновую торговой марки “Французская штучка”, муку ржаную обдирную марки “С.Пудовъ”, муку киноа марки “WOWFOOD” и дрожжи прессованные марки “ЛЮКС экстра”.

Перед проведением экспериментов была определена водопоглотительная способность разных видов муки: для ржаной обдирной муки она составила 56%, для пшеничной цельнозерновой - 64 %, для муки киноа - 80%. Контрольный образец теста для ржано-пшеничных хлебцев готовили по следующей рецептуре: ржаная мука - 64 г, пшеничная мука - 28 г, соль - 2,3 г, дрожжи - 5,5 г, количество воды вносили для достижения влажности теста 45–46 %. В опытные образцы теста вносили муку киноа в количестве 5, 10, 15, 20 и 25 % от массы смеси пшеничной и ржаной муки. Чем больше вносили муки киноа, тесто становилось более липким, что отрицательно сказывается на формовку теста. Влияние муки киноа на бродильную активность дрожжей оценивали по подъемной силе дрожжей, которую определяли по ГОСТу 171–81 методом всплывающего шарика. Для контрольного образца - 44,3 мин, 5% киноа - 43,8 мин, 10%–42,7 мин, 15%–42,2 мин, 20%–41,5 мин, 25%–40,7 мин. уменьшалось, что говорит о повышении бродильной активности дрожжей при внесении муки киноа. Для определения газоудерживающей и газообразующей способностей теста был проведен анализ с помощью реоферментометра F3 Chopin, объем выделившегося газа для контрольного образца составил 1448 см<sup>3</sup>, для образца с 25% внесением киноа - 1629 см<sup>3</sup>, что также подтверждает то, что внесение муки киноа повышает бродильную активность дрожжей. Коэффициент газоудерживания составил 78,1% для контрольного образца и 72,2% для образца с дозой внесения муки киноа в количестве 25%, что говорит о том, что снижаются такие реологические показатели теста, как его устойчивость и пластичность. На основании полученных положительных результатов по брожению можно сделать заключение о перспективности включения муки киноа в рецептуры хлебцев.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ren G. et al. Nutrient composition, functional activity and industrial applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) //Food Chemistry. – 2023. – Т. 410. – pp. 135290.

## ВЛИЯНИЯ ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ ПОРОШКОВ НА БРОДИЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СУХИХ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

О.Л. Ладнова, Е.В. Извекова, Н.А. Зайцев

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» Среднерусский институт управления – филиал  
Орел, Россия  
[ladnovaol@mail.ru](mailto:ladnovaol@mail.ru)

В основе процессов приготовления хлебобулочных изделий лежит совокупность изменений сырья, под воздействием микроорганизмов, как содержащихся в сырье, так и специально используемых в технологическом процессе. При биологическом способе разрыхления пшеничного теста применяют дрожжи хлебопекарные вида *Saccharomyces cerevisiae*. Важным технологическим свойством дрожжей является подъемная сила. Этот показатель влияет на продолжительность брожения, расстойки теста и зависит от влажности и качества сырья. Для интенсификации бродильной активности дрожжей применяют различное сырье: мука из желудей, фасоли, кукурузы, хмелевые продукты, соки, витаминно-минеральные комплексы [1].

Для приготовления хлеба особый интерес представляет цельносмолотая мука, которую получают путем односортного помола из целого зерна пшеницы. Такая мука отличается большим содержанием белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. Порошки из яблок, брусники и черники содержат много органических кислот и имеют ценный химический состав. Брусника богата калием, кальцием, кремнием, фенольными соединениями и витаминами. Черника содержит до 10% белка, яблоки богаты железом и пектиновыми веществами [2, 3], поэтому целью исследования являлось изучение влияния фруктово-ягодных порошков на подъемную силу дрожжей хлебопекарных сухих при приготовлении теста из цельносмолотой пшеничной муки.

Подъемную силу дрожжей определяли методом всплывающего «шарика». Контрольный образец содержал муку пшеничную цельносмолотую, дрожжи хлебопекарные сухие быстродействующие и раствор соли. В опытных образцах 4% цельносмолотой пшеничной муки заменяли порошками из яблок (образец 1), брусники (образец 2), черники (образец 3).

Анализ данных показал, что для всех опытных образцов продолжительность всплытия шарика теста была меньше по сравнению с контролем (10,2 минуты). При добавлении в тесто порошка из яблок и брусники продолжительность всплытия шарика составила 9,7 и 9,8 минут соответственно. Быстрее всех всплывал шарик теста приготовленного с добавлением порошка из черники – 8,5 минут. Таким образом, порошки из яблок, брусники и черники повышают бродильную активность сухих хлебопекарных дрожжей, что позволяет интенсифицировать процесс приготовления теста из муки пшеничной цельносмолотой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сафина Д.Р. Способы повышения бродильной активности хлебопекарных дрожжей / Д. Р. Сафина, М. Н. Халимов, Ф. Р. Турсунов, О. А. Решетник // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №1. – С. 94-119
3. Нилова Л.П. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод / Л. П. Нилова, Р. А. Икрамов, С. М. Малютенкова, А. С. Веряскина // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80, № 1(75). – С. 151-156.
4. Рябинина Е. И., Зотова Е. Е., Пелешенко Е. И., Насонова Е. С. Использование яблочного порошка в лечебно-профилактических целях // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 91-96.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЯБИНЫ ЧЕРНОПЛОДНОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Н.С. Лимарева, В.П. Юрченко, В.Б. Малахов

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»  
Пятигорск, Россия  
[nlimareva@ncfu.ru](mailto:nlimareva@ncfu.ru)

Потребители по всему миру все больше заботятся о своем здоровье. Функциональные напитки, приготовленные с использованием натуральных ингредиентов с заданными физиологическими функциями, находятся в центре исследований и разработок в пищевой промышленности.

Черноплодная рябина или арония (*Aronia melanocarpa Elliot*) в последнее время культивируется по всему миру [1]. Ее плоды обладают высокими питательными и оздоровительными свойствами [2] и широко используется в пищевой промышленности и здравоохранении. Кисло-сладкие плоды аронии обладают терпким и вяжущим вкусом, что требует оптимизации рецептур путем введения дополнительных компонентов с целью получения напитков с высокими сенсорными характеристиками. Арония является источником пищевых волокон: содержание пектиновых веществ в черноплодной рябине составляет 1,1 %, клетчатки – 1,8% [3]. Она также богата фенольными веществами, в основном проантоцианидинами, антоцианидинами и другими флавоноидами, а также фенольными кислотами. Эти биологически активные соединения определяют потенциальную пользу аронии для здоровья. Следовательно, извлечение, очистка и определение фенольных компонентов важны для использования черноплодной рябины в напитках. Учитывая нестабильность фенольных компонентов, предварительная обработка может существенно повлиять на извлечение и оценку содержания. Важно учитывать результаты исследований по экстракции, очистке и определению основных химических компонентов черноплодной рябины, чтобы предоставить рекомендации по эффективной переработке ее плодов. В последние годы было проведено большое количество исследований антиоксидантной активности черноплодной рябины, и обсуждались возможные механизмы. Определено, что ее потребление оказывает противовоспалительное, антибактериальное, гиполипидемическое, гипогликемическое, противораковое, антидепрессантное, противоутомляющее действие и подавляет выработку меланина [4].

Очевидно, что благодаря этим полезным свойствам черноплодной рябины ее ягоды можно использовать в качестве функционального продукта питания с потенциальными терапевтическими свойствами.

Таким образом, черноплодная рябина обладает многими преимуществами и областями применения, которые следует использовать в полной мере.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Slimestad R, Torskangerpoll K, Nateland HS, Johannessen T, Giske NH. J Food Compos Anal 2005;18(1):61–8
2. Kokotkiewicz A, Jaremicz Z, Luczkiewicz M. J Med Food 2010;13(2):255–69.
3. Попов А.М., Доня Д.В., Миллер Е.С., Петушкова Е.Е., Якимчук К.С. Особенности процессов и технологии получения быстрорастворимых гранулированных киселей на основе аронии // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
4. Kalicanin B, Velimirovic D, Nesic I. J Food Nutr Res 2022;61(1):53–60.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТАЗ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ФИТИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ГИДРОЛИЗАТАХ ГОРОХОВОГО БЕЛКА

**В.В. Лопатько**

*Университет ИТМО  
Санкт-Петербург, Россия  
[vylopatko@itmo.ru](mailto:vylopatko@itmo.ru)*

Фитиновая кислота, или инозитгексафосфат (IP6), является натуральным веществом, присутствующим во многих растительных продуктах, таких как злаки, бобы, орехи и семена. Одним из главных свойств фитиновой кислоты является ее способность формировать соединения с различными металлами, особенно с кальцием, магнием, цинком и железом. Она связывает важные минералы и предотвращает их усвоение организмом. Существуют разные способы снижения содержания фитиновой кислоты, среди которых очистка и замачивание, экструзия, а также использование фитаз. Фитаза — это фермент, который расщепляет фитиновую кислоту на составляющие ее элементы. Фитаза является ферментом, который катализирует гидролиз эфирных связей в молекуле фитиновой кислоты. Оптимальными условиями для активности фитазы являются pH 3–5 и температура 45–60 градусов Цельсия. Этот фермент широко используется в пищевой промышленности для улучшения доступности минералов и питательных веществ в продуктах, содержащих фитиновую кислоту, таких как злаки, бобовые и орехи.

Были проведены исследования по влиянию дозы внесения фитазы на содержание фитиновой кислоты в гидролизате, приготовленном из изолята горохового белка и воды (гидромодуль 1:3). Для проведения эксперимента использовали изолят горохового белка (содержание белка-85%, производитель SPIRULLINAFOOD, Австралия) и ферментный препарат Phytaflo, содержащий фитазу, производитель Novozymes, Дания. Дозы внесения фитазы составили 20,40,60,80 ед./г горохового изолята. Содержание фитиновой кислоты определяли по модифицированному методу Вайда [1]. Было установлено, что с повышением дозы внесения фитазы снижается содержание фитиновой кислоты. Было также установлено, что фитаза более чем в 2 раза снижает содержание фитиновой кислоты в белковом гидролизате, а также способствует снижению вязкости в среднем в 14 раз.. Меняя дозу внесения фитазы, появляется возможность регулировать не только питательную ценность белковых гидролизатов на основе горохового изолята, но и его технологические свойства.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Землянухина О.А., Вепренцев В.Н., Калаев В.Н., Аль-Хачами Ф.Р.Х., Калаева Е.А., Славский В.А. Модификация Метода Вайда для количественного определения содержания фитина в эндосперме орехов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. № 3. С. 163–169

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СПОСОБОВ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.А. Сурин, Д.С. Мысаков

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
Екатеринбург, Россия  
[paninaro95@yandex.ru](mailto:paninaro95@yandex.ru)*

*Цель исследования.* По причине интенсификации производства примитивные способы нагрева уходят на второй план, уступая место комбинированным способам нагрева сырья. Основной рассматриваемой особенностью комбинированных способов нагрева является объединение традиционных и инновационных способов нагрева.

*Материалы и методы.* СВЧ – нагрев с различными видами жарки, СВЧ и ИКЛ – нагрев, а также варка и паровая обработка с использованием пароконвекционных печей.

*Результаты.* Однако исследования на тему обработки полуфабрикатов из мяса способами низкотемпературного нагрева демонстрировали неоднозначные итоги [1, с.290]. Так, не смотря на снижение технологических потерь, органолептические показатели качества продукции оставляли желать лучшего ввиду слабо выраженного вкуса и запаха образцов, а также их низкой сочности. Позднее были проведены испытания приготовления крупнокусковых и порционных мясных полуфабрикатов в несколько стадий [2, с.10]. Первой стадией обработки был нагрев сырья в пароконвектомате при пониженных температурах в вакуумной упаковке. На второй стадии полуфабрикат обжаривали традиционным способом для получения корочки золотистого оттенка. Такие эксперименты показали уменьшение потерь массы на 10 – 15 % с сохранением достаточных органолептических показателей качества.

*Выводы.* Стоит отметить, что при использовании данных способов нагрева пищевые продукты должны относиться к полупроводникам, являясь сложными гетерогенными смесями с содержанием воды в количестве 50 – 95 %. Энергия, затраченная на поляризацию диэлектрика (белков, жиров и углеводов), превращается в теплоту, распределенную по всему объекту (объемным нагрев).

Однако метод СВЧ – нагрева имеет недостаток, вытекающий из его преимуществ. Так как при таком способе нагрева нету прямого контакта сырья с нагревающей поверхностью то, следовательно, на поверхности продукта не будет образовываться, необходимая для органолептической оценки, «корочка» [3, с.3]. В свою очередь метод СВЧ – нагрева показывает хорошие показатели в других термических обработках, таких как: разогрев, сушка, размораживание, обеззараживание, экстрагирования, а также применяется для интенсификации процессов в роли стимулирующего фактора.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Фединашина Е.Ю. О влиянии комбинированных способов нагрева на качество кулинарной продукции из сырья животного происхождения // Евразийский научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 290-293.
2. Рушиц А.А. Е.И. Щербакова Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 9-15.
3. Королев А.А. Разработка метода определения граничных условий обработки сырья в СВЧ поле для нивелирования термической компоненты / А.А. Королев, В.В. Кондратенко // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2021. – № 2(48). – С. 3-12.



## ПИЩЕВЫЕ БИГЕЛИ: ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ГИДРОГЕЛЬ: ОЛЕОГЕЛЬ И КОНЦЕНТРАЦИИ ГЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ТЕКСТУРНЫЕ СВОЙСТВА

**Н.В. Неповинных**

*ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Саратов, Россия  
[nnepovinnnykh@yandex.ru](mailto:nnepovinnnykh@yandex.ru)*

Значительное потребление транс- и насыщенных жиров связано с высокой распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний и другими неблагоприятными последствиями на организм человека, в этой связи в научных кругах пищевой индустрии в настоящее время проводятся исследования по разработке жироподобных пищевых матриц. Пищевые бигели представляют собой двухфазные матрицы, состоящие из двух различных гелеобразующих фаз, гидрогеля и олеогеля. Исследования по подбору комбинаций гелеобразующих материалов и вариаций соотношения гидрогель: олеогель являются важной особенностью, касающейся будущего применения таких пищевых матриц в различных продуктах. Целью данного исследования явилась разработка и оценка текстурных свойств бигелей при различных соотношениях гидрогель: олеогель. Для создания бигелей были использованы следующие рецептурные ингредиенты: масло виноградных косточек, пчелиный воск, вода питьевая, альгинат натрия. В таблице 1 приведены показатели текстуры бигелей, исследованные на анализаторе текстуры TA.XTplus.

**Таблица 1 – Показатели текстуры бигелей**

Наименование показателя	Значение показателя для бигеля			
	контр. образец	гидрогель: олеогель 1:99	гидрогель: олеогель 5:95	гидрогель: олеогель 10:90
Прочность, г	321,47±3,6	323,37±4,22	396,13±4,58	472,27±3,67
Адгезивность, г	154,4±4,21	143,07±3,86	187,23±4,32	242,23±4,32

Как видно из данных таблицы 1 показатели текстуры изменяются по мере изменения соотношения гидрогель: олеогель в составе гибридного геля. Проведенные исследования показывают, возможность производить бигели с интересными структурно-механическими, реологическими и термическими свойствами, изменяя концентрацию органогелатора, вид используемого масла и соотношение гидрогель: олеогель, регулировать характеристики бигелей, расширяя их применение в различных пищевых технологиях.

Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда на тему «Биополимерные гели как структуры пищи: «умные» ингредиенты и пищевые инкапсуляторы» (грант № 24-26-00108).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Shakeel, A. Key characteristics and modelling of bigels systems: A review / Shakeel, U. Farooq, T. Iqbal, S. Yasin, F.R. Lupi, D. Gabriele // Materials Science and Engineering: C. – 2019. – V. 97. - P. 932-953.

## СПЕРМИДИН

И.М. Полякова

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)*  
*Россия, Санкт-Петербург*  
*[ipolyakova814@gmail.com](mailto:ipolyakova814@gmail.com)*

Спермидин – это биогенный полиамин, который присутствует в клетках эукариот в микро- и миллимолярных концентрациях. Спермидин переносит нуклеиновые кислоты в клетки и участвует в процессе клеточной специализации. В природе спермидин присутствует во многих микроорганизмах, вирусах, также был обнаружен в клетках растений и животных. В клетках животных и человека спермидин обнаружен в заметных количествах. Спермидин локализован в основном в ядре, входит в состав хроматина и участвует в репликации ДНК, принимает участие в процессах пролиферации клеток и роста тканей, в регуляции синтеза белка [1]. Спермидин также в больших количествах находится в продуктах питания, например, в кофе, яйцах, фруктах, овощах, мясе, сахаре – до 0,02-4 мг и более спермидина на 100 г продукта. Ежедневно человек потребляет от 0,143 до 0,285 мг спермидина [2].

Впервые спермидин был получен в 1926 году, после было выделено из микроорганизмов, морских организмов и различных видов растений и описано около 212 соединений, содержащих спермидиновые единицы [2]. Со спермидином проводится множество исследований в разных странах, которые показывают, что спермидин обладает широким спектром биологической активности, например, нейропротекторные, антивозрастные, противовоспалительные, противораковые, и противовирусные свойства. Спермидин демонстрирует защитный эффект против радиационно-индуцированного повреждения клеток костного мозга *in vitro* и восстанавливает снижение фенотипа и количества клеток костного мозга у облученных мышей [3]. Также известно, что количество природного спермидина снижается с возрастом. Исследования показывают, что прием спермидина положительно влияет на функции памяти и на животных моделях, и на людях, предполагая, что спермидин может быть профилактическим средством для задержки возрастного снижения когнитивных способностей и, возможно, болезни Альцгеймера [4].

На кафедре ТМС Технологического института планируется получение спермидина из вешенки и дальнейшее его исследование.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Хомутов, М. А., С-метилированные аналоги спермина и спермидина: синтез и биологическая активность / М. А. Хомутов, И. В. Михура, С. Н. Кочетков, А. Р. Хомутов, // Биоорганическая химия. — 2019. — № 6. — С. 588-614.
2. Yan-Jing, S., Wang The untapped potential of spermidine alkaloids: Sources, structures, bioactivities and syntheses / S. Yan-Jing, Z. Jia, W. Yu-Wei // European Journal of Medicinal Chemistry. — 2022. — V 240. — P. 113-120.
3. Bowen G., Effect of spermidine on radiation-induced long-term bone marrow cell injury / G. Bowen, L. Chengcheng, Y. Yin // International Immunopharmacology. — 2023. — V 114. — P. 30-40.
4. Schwarz, C., Spermidine intake is associated with cortical thickness and hippocampal volume in older adults / C. Schwarz, N. Horn, G. Benson // NeuroImage. — 2020. — V 221. — P.17-20.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК В КОНДИТЕРСКИХ МАССАХ

**О.Е. Рачилова, И.А. Панкина**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[rachilova.oe@edu.spbstu.ru](mailto:rachilova.oe@edu.spbstu.ru)*

Сегодня шоколад и шоколадные кондитерские массы являются одними из самых востребованных кондитерских изделий. Однако, не все знают, что они могут быть не только вкусными, но и полезными. Так, например, в шоколаде содержится триптофан, который способствует выработке гормона счастья, теобромин – снижает риск возникновения кариеса, и железо – стимулирует активацию кровеносных сосудов, а значит мозг человека начинает работать лучше. Шоколад – кондитерское изделие, получаемое на основе какао-продуктов и сахара, в составе которого не менее 35 % общего сухого остатка какао-продуктов, в том числе не менее 18 % масла какао и не менее 14 % сухого обезжиренного остатка какао-продуктов.

Существует достаточное количество отечественных и зарубежных разработок по производству шоколада с различными пищевыми добавками. Добавки используют с целью обогащения шоколадных и кондитерских масс различными питательными веществами. Одна из интересных отечественных разработок последних лет – технология производства шоколадных конфет с рыбьим жиром [1]. Как известно из литературных данных, создано уже большое количество добавок, но одной из традиционных добавок в шоколадных изделиях остается марципановая масса. С целью обогащения марципановых масс вносят такие добавки, как концентрат пектина и крахмал.

В нашей работе проведены исследования по изучению ряда физико-химических показателей марципановых масс с добавками. Одним из важнейших показателей является титруемая кислотность. Этот показатель характеризует наличие содержания в продукте всех кислот и их кислых солей, реагирующих со щелочью при титровании [2]. Титруемая кислотность является важнейшим показателем в контроле кондитерского производства. Результаты исследования этого показателя для марципановых масс приведены в таблице.

**Таблица – Результаты исследования титруемой кислотности марципановых масс**

Вид марципановой массы	Показатель титруемой кислотности, град.
Контроль( марципан без добавок)	1,9±0,5
Марципановая масса с пектином	2,1±0,5
Марципановая масса с крахмалом	2,3±0,5

Из результатов таблицы видно, что титруемая кислотность контрольного образца несколько отличается от образцов с добавками. Как известно, кондитерские изделия с ореховыми наполнителями, а также с высоким содержанием масел при хранении подвергаются порче из-за прогоркания жиров. Но нами выявлено, что показатели титруемой кислотности всех образцов отвечают требованиям нормативной документации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шоколадные конфеты с рыбьим жиром в рационе питания молодежи, ведущей здоровый образ жизни/А. В. Лавренова, И. М. Титова, В. П. Строшков, Н. Т. Строшкова//Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. – № 1(78). – С. 45-50.

## АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СМЕСЕЙ ДЛЯ ШПРИЦЕВАНИЯ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Е.А. Рудова, Е.Э. Куприна

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)*  
*Санкт-Петербург, Россия*  
*[czvetova123@mail.ru](mailto:czvetova123@mail.ru)*

В пищевой промышленности существует задача увеличения влагосодержания рыбного и мясного сырья после размораживания. Для решения этой проблемы наиболее перспективен метод шприцевания мышечной ткани инъекционными растворами.

Используют две группы влагоудерживающих агентов. Первая группа — пищевые добавки, повышающие влагосвязывающую способность мышечных белков за счет сдвига рН от изоэлектрической точки белка (фосфаты и цитраты). Вторая группа — гидроколлоиды с собственной влагосвязывающей способностью, из них наиболее распространены: трагакант, пектин, агар, каррагинан, камедь рожкового дерева, камедь карайи, геллановая камедь, альгиновая кислота и ее соли, крахмал, модифицированная целлюлоза. Эффективнее всего в качестве влагосвязывающих агентов проявляют себя комбинации ксантановой и гуаровой камеди, каррагинана и модифицированного крахмала или целлюлозы. Действие синергистов ксантановой и гуаровой камеди не зависит от кислот и солей, что очень важно при работе с рыбными полуфабрикатами. Каррагинаны формируют предсказуемую структуру. Крахмал или целлюлоза дополнительно загущают и удешевляют стоимость смеси [1].

В рецептуры растворов для шприцевания целесообразно включать смеси, которые помимо влагоудержания повышают пищевую ценность конечного продукта. Часто используется соевый белок. Но наибольшая пищевая ценность продукта достигается включением животного белка, например, концентрата соединительного белка или коллагена. Известна рецептура с использованием сухой плазмы бычьей крови [2]. Но наиболее перспективен гидролизат вторичного рыбного сырья, его использование ведет к безотходности производства [3].

Дальнейшие исследования по данной теме будут направлены на изучение влагоудерживающей способности смесей различных загустителей с разработкой рецептуры смеси, повышающей пищевую ценность и выход конечного продукта.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Пищевые добавки и белковые препараты для мясной промышленности : учебное пособие / Н. Н. Потипаева, Г. В. Гуринович, И. С. Патракова, М. В. Патшина. — Кемерово : КемГУ, 2008. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4612> (дата обращения: 12.03.2024).. — С. 37-62.

2. Патент № 2402958С2 РФ, МПК А23L 1/318. Способ приготовления пищевого продукта: № 2008143598/13: заявл. 06.11.2008; опубл. 10.11.2010 / Н. А. Бирюков.

3. Патент № 2681352С1 РФ, МПК А23L 17/00, А23L 33/18, А23L 33/115. Способ получения пищевых добавок из вторичного рыбного сырья с применением гидролиза: № 2018103795: заявл. 31.01.2018; опубл. 06.03.2019 / С. В. Агафонова, Л. С. Байдалинова, В. В.

4. Волков [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Биотех".

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПО ПАРАМЕТРАМ ПРОБНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА

В.Я. Черных<sup>1</sup>, Ю.Ю. Печникова<sup>1,2</sup>, Д.О. Сметанин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГАНУ НИИХП, <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»

Москва, Россия

[yu.pechnikova@gosnihp.ru](mailto:yu.pechnikova@gosnihp.ru)

Оценку технологических свойств пшеничной муки осуществляют путём проведения пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба и анализа его качества по органолептическим и физико-химическим характеристикам. Методы проведения пробных лабораторных выпечек хлеба, реализуемые в разных странах, можно условно объединить в три группы. Одна группа ориентируется на влажность теста, вторая – на реологические свойства пшеничного теста, третья регулирует углеводно-амилазный комплекс муки. Способы проведения пробной лабораторной выпечки хлеба отличаются по рецептуре, условиям реализации метода и используемому оборудованию.

*Целью работы* является анализ существующих методов проведения пробной лабораторной выпечки пшеничного хлеба, ориентированных на оптимизацию технологических операций при оценке качества пшеничной хлебопекарной муки.

На основании анализа методов пробной лабораторной выпечки можно сделать следующие *выводы*:

1. Для регулирования состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки с пониженной автолитической активностью рекомендуется вносить пшеничный солод, обеспечивающий «число падения» пшеничной муки, равное  $235 \pm 15$  с.

2. Внесение воды при замесе теста должно осуществляться с учётом водопоглотительной способности пшеничной муки, предопределяющей консистенцию теста, равную 640 е.Ф. При таком подходе учитывается химический состав и гелеобразующая способность биополимеров муки. Замес и разделка теста должны осуществляться с использованием лабораторного оборудования. Температура теста после замеса должна быть 26-28°C.

3. Оптимальная продолжительность созревания пшеничного теста должна определяться по экстремальному значению скорости изменения давления или скорости изменения объёма образующегося диоксида углерода с использованием лабораторного оборудования;

4. Выпечку пшеничного хлеба осуществляют при температуре пекарной камеры 220-225°C до температуры 96-98°C в центре мякиша.

5. Оценка качества хлебобулочных изделий должна осуществляться не только по органолептическим и физико-химическим показателям, но и по реологическим характеристикам мякиша с использованием методов обратимой и необратимой деформаций, позволяющих устанавливать индекс твёрдости мякиша, его эластичность, а также скорость черствения мякиша при определении срока годности изделий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Болтенко, Ю. А. Разработка реологических критериев управления свойствами пшеничного теста и качеством хлебобулочных изделий : (05.18.01) : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Болтенко Юрий Алексеевич. – Москва, 2010. – 177 с.

2. Черных В.Я., Оптимизация периодического замеса пшеничного теста. ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. Обзорная информация / В.Я. Черных, Л.И. Пучкова, Е.Д. Милюкова. – М.: 1991. – 32 с.

## ВЛИЯНИЕ ДОЗИРОВОК ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА И СУХОЙ КЛЕЙКОВИНЫ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯКИША ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

В.Я. Черных<sup>1</sup>, Д.О. Сметанин<sup>1,2</sup>, Ю.Ю. Печникова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГАНУ НИИХП, <sup>2</sup> ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»

Москва, Россия

[d.smetanin@gosniihp.ru](mailto:d.smetanin@gosniihp.ru)

При изготовлении хлебобулочных изделий из пшеничной муки наиболее важным вопросом является сохранение свежести готовой продукции в течение срока её хранения. Хранение хлеба сопровождается двумя основными физико-химическими процессами: усыханием и черствением. В результате происходит изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба: твёрдости, упругости, когезии, прочности [1].

*Целью работы* является исследование влияния внесения пшеничного солода и сухой клейковины на изменение структурно-механических свойств мякиша хлебобулочных изделий и скорость его черствения при хранении.

Предметом исследования является мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, солод пшеничный, сухая клейковина и хлеб из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, изготовленный безопарным способом посредством проведения пробной лабораторной выпечки контрольных и экспериментальных проб.

При проведении исследований использовали пшеничную муку с показателями, отражающими состояние её углеводно-амилазного: ЧП = 566 с,  $\eta_{\max} = 1450$  е.АУ,  $E = 31$  е.Ф., и белково-протеиназного:  $G_{\text{кл}} = 28,3\%$ ,  $h_{\text{общ}} = 73$  е.ИДК, комплексов.

Оптимальная дозировка солода устанавливается по достижению ЧП =  $235 \pm 15$ с, а сухой клейковины до достижения общего содержания клейковины, равного 31,3%.

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы [2,3]:

1. Установлена динамика индекса твердости мякиша пшеничного хлеба без внесения и с внесением пшеничного солода (5%), а также при совместном внесении пшеничного солода (5%) и сухой клейковины (3%) при хранении изделий в течение 108ч.;

2. Установлена скорость черствения мякиша контрольной пробы пшеничного хлеба и опытных проб при внесении пшеничного солода и совместном внесении пшеничного солода и сухой клейковины, которая составила, соответственно, 79, 41 и 23 гс/сутки;

3. Наибольший технологический эффект при оптимизации структурно-механических свойств мякиша пшеничного хлеба достигается при совместном внесении пшеничного солода (5%) и клейковины сухой (3%), которое способствует сокращению скорости черствения мякиша в 3,5 раза, по сравнению с контрольной пробой, и составляет 23 гс/сутки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черных В.Я., Ширшиков М.А. Технологические критерии оценки состояния углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки (начало). Хлебопродукты №12, 2001. с. 22-25.

2. Черных В.Я., Иванов В.С. Регулирование сахарообразующей способности хлебопекарной муки. Монография, М.: ООО «Буки Веди», 2019г.

3. ГОСТ 70085-2022 Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Метод определения степени черствости. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022.

**БЕТА - ГЛЮКАНЫ ЗЛАКОВ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ****Е.А. Трошина, Вяткин А.В.**

*ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет  
Екатеринбург, Россия  
[tp@usue.ru](mailto:tp@usue.ru)*

Зерновые культуры играют важную роль в сельском хозяйстве, представляя собой основной источник энергии для населения мира. Необходимо учитывать, что овес и ячмень содержат уникальные метаболиты, такие как  $\beta$ -глиуканы, которые имеют высокую биологическую ценность и полезны для здоровья человека. Продукты из овса и ячменя могут снижать гликемическую и инсулиновую реакцию после приема пищи благодаря наличию (1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)-  $\beta$ -d-глиукана ( $\beta$ -глиукана) и высокой вязкости. В промышленном производстве пищевых ингредиентов, содержащих  $\beta$ -глиукан, возникают трудности с сохранением их естественных свойств, так как при определенных условиях  $\beta$ -глиуканы могут подвергаться деградации, что влечет за собой снижение их биологической активности [1].

Выход  $\beta$ -глиукана из овса зависит от размера частиц, подготовки сырья и условий экстракции, таких как температура, pH и вид используемых растворителей. Для увеличения содержания  $\beta$ -глиукана в продукте было разработано несколько методов сухого фракционирования с просеиванием или классификацией в воздухе [2], которые нашли широкое применение в современной промышленности.

Для увеличения содержания  $\beta$ -глиукана можно применить метод сухого измельчения овса на дробилках или крупяных мельницах, что приводит к повышенному выходу отрубей и овсяной крупки. Например, последовательный молотковый или валковый размол с просеиванием овсяной крупы может сохранить более крупные частицы, содержащие больше  $\beta$ -глиукана в 1,7 раза. Также нагревание овсяной крупы перед валковым размолом дополнительно вдвое увеличивает выход  $\beta$ -глиукана [2]. Продукты на основе зерновых, обогащенные  $\beta$ -глиуканом, рассматриваются как безопасные, поскольку они содержат концентрацию природного компонента зерна.

Развитие технологии производства пищевых ингредиентов, содержащих биологически активные вещества, таких как  $\beta$ -глиуканы является актуальным, а внедрение таких комплексных пищевых добавок в продукты питания способствует увеличению потребления пищевых волокон в рационах, что имеет большое значение для здорового питания. Кроме того, разработка новых технологий производства ингредиентов, обогащенных  $\beta$ -глиуканом и другими активными веществами из зерновых, при минимальных материальных затратах представляет собой важную задачу. Этой задачи можно добиться, используя доступные по стоимости растительные источники сырья и оптимизируя процессы производства. Таким образом, исследование и внедрение новых методов производства ингредиентов с повышенным содержанием полезных веществ является перспективной областью развития в пищевой промышленности. Устойчивый рост потребления  $\beta$ -глиукана гарантирован особенно в промышленно развитых странах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Wood, Peter. (2007). Cereal  $\beta$ -glucans in diet and health. *Journal of Cereal Science*. 46. 230-238.
2. Гематдинова, В. М. Канарская З. А., Канарский А. В. Потенциальные возможности промышленного производства и перспективы расширения ассортимента продуктов питания, обогащённых  $\beta$ -глиуканом // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2021. – № 2(50). – С. 82-100.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ЯГОДНОГО МОРСА

С.О. Шершикова, Н.В. Барсукова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[shershikova.so@edu.spbstu.ru](mailto:shershikova.so@edu.spbstu.ru)*

Употребление продуктов, обладающих высокой антиоксидантной активностью, позволяет значительно снизить отрицательное воздействие на организм свободных радикалов. Ягоды и напитки из них являются естественным источником антиоксидантов.

*Целью* исследования является подбор оптимального режима ультразвукового воздействия (УЗВ) для обеспечения повышения антиоксидантного статуса ягодного морса.

В качестве *объекта исследования* использовался морс клюквенный, приготовленный по традиционной технологии (контрольный образец) и с использованием УЗВ (опытные образцы). Параметры ультразвуковой обработки были выбраны на основании научной литературы [1], а также с учётом опыта предыдущих исследований [2]. В данном исследовании морсы обрабатывали при мощностях ультразвуковой волны 60 Вт и 80 Вт в течение 3, 5 и 8 минут. Сырьё для приготовления образцов (ягоды клюквы) соединялось с водой и обрабатывалось с помощью ультразвукового гомогенизатора Scientz-III. Для оценки влияния УЗВ на повышение биологической ценности морса были изучены следующие показатели: суммарная антиоксидантная активность (АОА) с помощью анализатора кулонометрического Эксперт-006, содержание антоцианов методом рН-дифференциальной спектрофотометрии и содержание аскорбиновой кислоты методом йодометрического титрования.

*Результаты исследования* показывают эффективность использования УЗВ для повышения суммарной АОА. Данный показатель в опытных образцах морсов, по сравнению с контрольным образцом, увеличивался на 13,2% – 57,1%. Наибольшая АОА наблюдалась в морсе, обработанном при мощности 60 Вт в течении 8 минут, и составляла  $(2753 \pm 27)$  мкг/мл против  $(1752 \pm 96)$  мкг/мл в контрольном образце. Динамика концентрации антоцианов и аскорбиновой кислоты в опытных образцах показала, что с повышением мощности воздействия и времени обработки усиливается экстракция антоцианов, увеличивая их количество в напитках, но при этом содержание аскорбиновой кислоты снижается, что уменьшает суммарную АОА напитков.

*Выводы.* Оптимальным режимом для обеспечения высокого антиоксидантного статуса ягодного морса является использование ультразвукового воздействия мощностью 60 Вт в течении 8 минут. Полученная с использованием такой обработки одноразовая порция морса объемом 200 мл способна удовлетворить суточную потребность в витамине С на 24 %, в антоцианах – на 53,2 %, что позволяет отнести указанные напитки к функциональным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Потороко, И. Ю. Результаты влияния кавитационных эффектов ультразвука на степень экстракции биологически активных веществ из растительного сырья / И. Ю. Потороко [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №10. – С. 30-35.

2. Шершикова С. О., Барсукова Н. В. Влияние ультразвуковой обработки на экстрагирование биологически активных веществ ягод клюквы // 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. 42.



## ВТОРИЧНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ В ТЕХНОЛОГИИ ОВОЩНЫХ ЧИПСОВ

**М.В. Абдурахманов, А.В. Арисов**

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
Екатеринбург, Россия  
[safari02955@gmail.com](mailto:safari02955@gmail.com)*

Производственный процесс переработки сельскохозяйственного сырья приводит к возникновению значительного объема вторичных ресурсов, которые в настоящее время не всегда используются оптимально. Вторичные ресурсы, полученные из растительного сырья, применяются в производстве различных пищевых продуктов в качестве обогащающих добавок и функциональных ингредиентов [1]. Однако использование экстрактов для обогащения пищевых продуктов имеет ограничения, что открывает широкие перспективы для научных исследований, таких как разработка новых вариантов овощных чипсов. В настоящее время чипсы (по-английски «chip» - «пластина»), тонкие и хрупкие пластины, высушенные или обжаренные в растительном масле, являются наиболее популярным типом снеков. Они особенно популярны среди молодежи и детей, чье здоровье является приоритетом для будущего нации. Таким образом, создание новых продуктов с высокой пользой, без консервантов, синтетических добавок, большого содержания жира и соли, представляет собой актуальную задачу [1].

В качестве основного сырья предложено использовать морковь или репу. Традиционно, для создания чипсов из корнеплодов необходимо выполнить ряд этапов: сначала корнеплоды моют, затем нарезают, после чего производят обжарку или бланширование, и сушат их до тех пор, пока ломтики не станут хрустящими.

Разработанная технологическая схема предполагает следующие операции: сначала остатки корнеплодов (жмых) после извлечения сока измельчаются в блендере с добавлением небольшого количества сахара и крахмала, затем добавить льняную муку (5 % от массы овощного жмыха). Затем полученную массу раскатывают в тонкий слой и формируют при помощи специального пресса. После этого заготовки помещают на противни дегидрататора и сушить при температуре не выше 40 °С от 14 до 18 часов, пока содержание сухих веществ не достигнет 7-9%. В настоящее время наиболее перспективным методом сушки является инфракрасная сушка (ИК-сушка), которая требует меньше энергии и сокращает время процесса сушки. Благодаря этому методу сохраняется до 90% первоначальных свойств продукта, что положительно влияет на его пищевую ценность.

Увеличение срока годности высушенных продуктов достигается путем эффективного удаления влаги, что приводит к снижению активности воды до уровня, при котором микробиологическая и физико-химическая порча значительно замедляются или даже полностью предотвращаются.

Благодаря уникальному химическому составу и оригинальным органолептическим характеристикам фруктов и овощей, которые получают методом ИК-сушки, можно создавать продукты высочайшего качества. Эти продукты не только идеально подходят в качестве здоровых и вкусных снеков, но также становятся важными ингредиентами для быстрого приготовления разнообразных блюд в кулинарии.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ермош, Л. Г. Использование отходов сокового производства для рецептурного состава ягодно-овощных чипсов / Л. Г. Ермош, Н. В. Присухина, К. А. Фадеев // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6(171). – С. 163-169. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-6-163-169.

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУКИ ИЗ ТОПИНАМБУРА В РЕЦЕПТУРЕ ГАЛЕТ

**В.В. Плотникова, Я.В. Малолеткова**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Самара, Россия  
[yana.maloletkova@yandex.ru](mailto:yana.maloletkova@yandex.ru)*

Пищевая промышленность - это перспективная и быстроразвивающаяся отрасль. Расширение ассортимента и повышение пищевой ценности мучных кондитерских изделий является актуальной задачей как для научного, так и для промышленного сообществ. Для решения данного вопроса в качестве функциональных добавок рассматривают альтернативное сырье. Топинамбур - уникальное растение, обладающее высоким содержанием различных микроэлементов. Разрабатываются технологии получения пектина из его стеблей, а сами клубни богаты инулином. Так как такое заболевание как сахарный диабет приобретает все большее распространение, важным является разработка изделий для населения, которое с ним столкнулось.

Мы решили усовершенствовать рецептуру галет «Арктика» [1]. Утвержденная рецептура представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Рецептура галет «Арктика»**

Сырье	Содержание сухих веществ в %	Расход сырья на 1 т незавернутой продукции	
		в натуре	в сухом веществе
Мука ВС	85,5	941,25	804,77
Сахарный песок	99,85	4,71	4,70
Сливочное масло	84,00	117,66	98,83
Соль	96,50	17,65	17,03
Сода	50,0	1,88	0,94
Дрожжи	25,0	28,23	7,06
Итого	-	1111,38	933,33
Выход	91,0	1000,00	910,00

В качестве добавки мы использовали муку, полученную из клубней топинамбура, произрастающего в Самарской области. Пшеничную муку ВС полностью заменили на муку из топинамбура. Высокое содержание инулина в данном сырье позволило полностью исключить из рецептуры сахар. В качестве разрыхлителя использовали карбонат аммония. Экспериментально был получен продукт с соответствующими галетам органолептическими свойствами, что доказывает возможность замены пшеничной муки ВС на муку из топинамбура.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Смирнова М.К. Рецептуры на печенье, галеты и вафли/ М.К. Смирнова, Г.Г. Абрамова // М.:Пищевая промышленность – 1969.- 552с.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

А.В. Торопова, Н.В. Баракова, А.А. Копылова, А.Ю. Павлова

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)», Санкт-Петербург, Россия  
[atoropova1380@gmail.com](mailto:atoropova1380@gmail.com)

Абсцизовая кислота (АБК) представляет собой гормон, обладающий высокой степенью консервативности в ходе эволюции, отслеживаемой до ранних стадий жизни, вероятно, связанных с прародителями современных цианобактерий. Этот период предшествовал дифференциации растительного и животного царств. Функциональная значимость АБК заключается в ее роли сигнального молекулы, способной регулировать реакции клеток на разнообразные стимулы окружающей среды. У млекопитающих АБК выполняет несколько функций, включая противовоспалительные свойства и регуляцию метаболических процессов, связанных с доступностью глюкозы. АБК стимулирует усвоение глюкозы скелетными мышцами и жировой тканью, используя механизмы, не зависящие от инсулина, что способствует увеличению расхода энергии в белой и бурой жировой ткани. [1]. Данные свойства делают АБК перспективным веществом для борьбы с онкологическими и метаболическими заболеваниями.

Одной из центральных проблем, ограничивающей применение абсцизовой кислоты в терапии – это сложность её получения. Существуют 2 основных метода получения АБК: экстракция из растительного сырья и микробиологический синтез, каждый из них имеет свои особенности и области применения. Экстракция требует больших затрат сырья, другим недостатком является сложность очистки АБК от других соединений, присутствующих в экстракте. Микробиологический синтез позволяет производить АБК в больших количествах, затрачивая на это намного меньше ресурсов. Некоторые фитопатогенные грибы, включая *Cercospora rosicola*, *Botrytis cinerea* и *Magnaporthe oryzae*, синтезируют абсцизовую кислоту (АБК). В отличие от пути синтеза, зависящего от каротиноидов растений, биосинтез АБК у этих грибов осуществляется через "прямой" путь с использованием 15-углеродной молекулы-предшественника (фарнезилдифосфата или фарнезилпирофосфата), которая образуется в результате мевалонатного пути. [2]. Существует запатентованный метод получения абсцизовой кислоты путем глубинного культивирования микромицета *Cercospora sp F-444* на питательной среде, выход продукта по данному методу 160 мг/л [3]. Однако, предложенный метод экстракции АБК из культурной жидкости требует доработки, т.к. не доказана безопасность применения полученного продукта для использования на клетках млекопитающих.

Исследования свойств абсцизовой кислоты в клетках млекопитающих продолжаются, доказано её функциональное влияние на организм человека и вопрос о промышленном получении АБК для медицинских целей становится всё более актуален.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Magnone M. et al. Abscisic acid: A conserved hormone in plants and humans and a promising aid to combat prediabetes and the metabolic syndrome //Nutrients. – 2020. – Т. 12. – №. 6. – С. 1724.
2. Lievens L. et al. Abscisic acid as pathogen effector and immune regulator //Frontiers in plant science. – 2017. – Т. 8. – С. 260123.
3. Способ получения абсцизовой кислоты // Патент России RU2085077C1, 27.07.1997 / Г.С. Муромцев, Л.М. Краснопольская, А.П. Макеева.

## ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ ГУМАТО-САПРОПЕЛЕВОЙ СУСПЕНЗИИ С ТРЕБУЕМЫМ pH

В.А.Черкесова<sup>1</sup>, А.В. Соколова<sup>1</sup>, Н.В. Баракова<sup>1</sup>, А.С.Митюков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»,

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт озераведения Российской академии наук»  
Санкт-Петербург, Россия  
[wcherkesowa@gmail.com](mailto:wcherkesowa@gmail.com)

Ультрадисперсная гумато-сапропелевая суспензия (УДГСС) – это биологически активный препарат, применяемый в качестве микроудобрений в растениеводстве и кормовой добавки в животноводстве [1].

Биологически активные вещества сапропеля обладают при небольшой концентрации высокой активностью к определенным группам клеток. Биологически активные кормовые добавки сапропеля способны, регулировать обмен веществ в организме, играть роль антиоксиданта, выводить токсины, усиливать иммунитет [2]. В институте Озераведения РАН разработана технология получения ультрадисперсной гумато-сапропелевой суспензии сапропеля, основанная на их экстракция щелочным способом с использованием пирофосфата калия или натрия в сочетании с УЗ-воздействием. Применение такого способа экстрагирования позволяет извлекать наибольшее количество гуминовых веществ [3]. При щелочном способе экстрагирования pH УДГСС обычно находится в диапазоне 11-13, в то время, как оптимальный pH для УДГСС желателно, чтобы находился в пределах 6-8. Этот диапазон обеспечивает довольно хорошую стабильность суспензии, химическую активность гумусовых веществ и совместимость с большинством биологических систем.

*Целью работы* явилось установление зависимости изменения pH УДГСС от дозы внесения лимонной кислоты.

Для проведения экспериментов использовали УДГСС pH 12, полученный из озерных сапропелей месторождения Середка Псковской области. Для коррекции pH использовали раствор лимонной кислоты с концентрацией 50%. В результате эксперимента, было определено, что для достижения желаемого уровня pH=7,0 потребовалось добавить 2,7 см<sup>3</sup> раствора лимонной кислоты.

Для каждого конкретного применения УДГСС pH может быть специфичным, и необходимо будет снижать pH до требуемого значения поэтому результаты, которые были получены в ходе проведения эксперимента окажутся весьма полезны.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев В.А., Митюков А.С., Загребин А.О., Тонкопий В.Д., Крюков Л.Н. Инновационная технология переработки сапропеля, уникальная эффективность и безопасность новой продукции // Общество. Среда. Развитие. – 2016. - № 3. – С. 120–123.
2. Тихонов В.В., Якушев А.В., Завгородняя Ю.А., Бызов Б.А., Демин В.В. Действие гуминовых кислот на рост бактерий // Почвоведение. – 2010. - № 3. – С. 337–341.
3. Шарова Н.Ю., Митюков А.С., Баракова Н.В., Нсенгумуремый Д. Антимикробное действие ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия:
4. Процессы и аппараты пищевых производств – 2019. - № 3(41). – С. 25-31.

## ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СБРАЖИВАНИЕ ПИВНОГО СУСЛА

А.В. Правда, А.Е. Афанасенко

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[artem.pravda.2000@mail.ru](mailto:artem.pravda.2000@mail.ru)*

Перспективным направлением развития пищевой промышленности является расширение линейки производства напитков, в том числе и пива, обогащенных биологически активными веществами [1]. В качестве ингредиента, обогащающего пиво, являются растительные экстракты, содержащие физиологически значимые для организма человека компоненты- флавоноиды. Флавоноиды входят в группу фенольных веществ, которые обладают не только биологической активностью, но и участвуют в формировании вкуса и цвета напитков. Носителями вяжущего вкуса, например, являются флаванолы и их производные, горького вкуса- флавоны [2].

*Целью* данного эксперимента являлось исследование влияния отдельных флавоноидов на бродильную активность дрожжей и их участие в формировании органолептических показателей.

Для проведения эксперимента использовали концентрат пивного сусла, производства ООО «Концентрат», Россия, дрожжи сухие «DistilaMax® НТ» производства «Lallemand Biofuels & Distilled Spirits», химически чистые: GLS рутин, ООО «Глобал Хэлфеар» (Россия); танин чистый CAS 1401-53-4; галловая кислота б/в 98%, GAS 149-91-7. Концентрированное сусло разбавляли водой до концентрации 14,6%, 1 г дрожжей растворяли в 10 мл и вносили в количестве 1 мл. Брожение проводили при температуре  $22\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 7 сут. Флавоноиды: рутин, танин, галловую кислоту вносили в количестве 0,03% от массы сбраживаемого сусла. Бродильную активность дрожжей оценивали по количеству выделившегося диоксида углерода, который определяли весовым методом. Цвет и прозрачность сброженного пивного сусла оценивали нефелометрическим методом на фотоэлектрокалориметре.

По результатам проведенных экспериментов: количество выделившегося диоксида углерода в контрольном образце составило – 4,6 г/100 см<sup>3</sup>, в образце с рутином- 4,5 г/100см<sup>3</sup>, с танином- 4,0 г/100 см<sup>3</sup>, с галловой кислотой- 4,1 г/100 см<sup>3</sup>, то есть внесение флавоноидов привело к незначительному, но снижению бродильной активности дрожжей, наиболее негативное воздействие на дрожжевые клетки оказали танин и галловая кислота, меньшее значение-рутин. Из измеренной оптической плотности отфильтрованного продукта можно сделать вывод о цветности полученного фильтрата. В контрольном образце оно составило 0,047, в пробе с рутином – 0,117, в пробе с танином – 0,077, в пробе с галловой кислотой – 0,312. Наиболее ярко выраженным влиянием на цветность обладает галловая кислота, танин же наоборот повлиял в меньшей степени, чем другие фенольные вещества.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Соколенко Г.Г., Шилова Е.С. Разработка технологии пивного напитка с использованием листьев амаранта//Пиво и напитки.- 2015.- №4.- С.62-65.
2. Гореликова Г.А., Маюрникова Л.А., Степанова О.А. Влияние растительных экстрактов на качество и функциональные свойства сокодержащих напитков//Пиво и напитки.- 2008.- №4.- С. 40-41.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СУШКИ НА КОЛИЧЕСТВО ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЭКСТРАКТЕ ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ

А.Н. Бесько, Е.А. Квашенко

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[besya.official@gmail.com](mailto:besya.official@gmail.com)*

В последние годы значительно вырос интерес к продуктам питания, обогащенным экстрактами из растительного сырья. Особенно проявляется интерес к экстрактам зеленого чая, которые обладают высокой биологической ценностью и уникальному биохимическому составу, включающему в свой состав в том числе и фенольные вещества, оказывающие физиологическое воздействие на организм человека. Фенольные вещества обладают антиоксидантной, антирадикальной и антиконцергенной активностью [1].

Актуальным направлением является получение сухого экстракта зеленого чая [2]. Для сохранения активности биологических компонентов стараются применять сушку при относительно низких температурах. К сожалению, в литературе недостаточно данных, которые показывают, как влияют температуры на сохранение фенольных веществ. Суммарное содержание фенольных веществ в зеленом чае, экстракте зеленого чая определяли модифицированным методом Фолина-Чокальтеу. Экстракты зеленого чая получали двумя способами: без применения ферментных препаратов и с применением ферментного препарата. В экспериментах использовали измельченные листья зеленого чая сорта Greenfield Flying Dragon. В качестве ферментного препарата использовали ЦеллоЛюкс- А, содержащего целлюлазу, ксиланазу, бета-глюконазу. Экстрагирование фенольных веществ проводили при 50°C в течение 1 ч. Было установлено, что в экстракте, полученном с применением ферментного препарата ЦеллоЛюкс-А количество фенольных веществ на 6% выше, чем в экстракте, полученном без внесения ферментного препарата. Сушку экстрактов проводили при температурах 50, 60 и 70 °С.

В результате проведенных исследований было установлено, что снижение фенольных веществ при всех режимах сушки варьирует в пределах от 20 до 30%. Результаты, полученные в процессе проведения исследований, необходимо учитывать при выборе режимов сушки экстрактов, полученных из различного вида растительного сырья и содержащих фенольные вещества.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Федосеева А.А., Лебедкова О.С., Каниболоцкая Л.В., Шендрик А.Н. Антиоксидантная активность настоев чая // Химия растительного сырья. - 2008.- № 3.- С. 123–127.
2. Поверин А.Д. Технология получения порошкового экстракта зеленого чая // Пищевая промышленность. - 2008.- № 7. - С. 36–38.

## ВЛИЯНИЕ ПЕКТИНА НА БРОДИЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Е.А. Квашенко, А.Н. Бесько, Ю.Д. Суркова

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[katja.kvash@gmail.com](mailto:katja.kvash@gmail.com)

За последние годы растет потребность в напитках, обогащенных биологически активными веществами. Для сохранения биологической активности этих веществ от технологических воздействий при приготовлении напитков предлагается инкапсулировать их в матрицы из пектина [1]. Пектины – это группы высокомолекулярных полисахаридов, которые выделяются из клеточной стенки растений и других структур. Особый интерес представляют пектиновые полисахариды, которые получаются в процессе гидролиза пектина. На бродильную активность дрожжей пектин может оказывать как положительную, так и отрицательную роль. Некоторые штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* обладают пектолитической активностью, благодаря чему происходит гидролиз пектинов, что обеспечивает дрожжи дополнительным источником энергии для их роста [2]. К отрицательному влиянию пектина на бродильную активность относится то, что высокие концентрации пектина могут ингибировать активность ферментов дрожжей, что приводит к замедлению брожения или даже к его прекращению. Пектины являются желеобразующими веществами, поэтому некоторые формы пектина могут способствовать увеличению вязкости среды, что усложняет процессы перемешивания и диффузии, что также может отрицательно сказаться на бродильной активности дрожжей.

Для проведения экспериментов использовали яблочное сусло с показателями: содержание сухих веществ - 13 %, сахара - 10 г/дм<sup>3</sup>, титруемых кислот – 7 г/дм<sup>3</sup>. Использовали дрожжи винные сухие BCS 103, г. Краснодар. Доза внесения дрожжей составила 0,25 г/дм<sup>3</sup> и яблочный пектин Ribbon 150° US-SAG, Испания. Брожение проводили при температуре 20 ± 2°С в течение 6 сут. Доза внесения пектина в опытные образцы составила 0,1% и 0,01% от массы яблочного сусла. Бродильную активность дрожжей оценивали весовым методом. Было установлено, что в контрольном образце (без внесения пектина) количество выделившегося диоксида углерода составило 5,5 г/100 см<sup>3</sup>, в образце с дозой внесения пектина 0,01% - 4,7 г/100 см<sup>3</sup>, с дозой внесения пектина 0,1 % – 4,6 г/100см<sup>3</sup>. При внесении пектина происходит незначительное замедление бродильной активности дрожжей. Однако, обогащение яблочного виноматериала биологически активными компонентами, инкапсулированных в нанокапсулу из пектина, защищает активные компоненты от температурных, кислотных воздействий и обеспечивает положительное физиологическое воздействие на организм человека.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Способ получения нанокапсул витаминов в пектине // Патент РФ № 2654229. 2018. Бюл. №14/ Кролевец А.А.
2. Федосова А.Н, Келедина М.В., Шевченко Н.П., Волощенко Л.В. Исследование пектолитической способности дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae*//Хранение и переработка сельхозсырья.- 2018. - №3. - С.78-89.

## ТЕХНОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО КОНСЕРВАНТА

Е.В. Аверьянова<sup>1</sup>, М.Н. Школьникова<sup>2</sup>, Е.Д. Рожнов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Бийск, Россия*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»*

*Екатеринбург, Россия*

*[averianova.ev@bti.secna.ru](mailto:averianova.ev@bti.secna.ru)*

В Алтайском крае запас мягколиственных пород с преобладанием березы составляет 137 млн. куб. м, объем переработки которой порядка 26,5 тыс. куб. м в год, при этом доброкачественным отходом производства является внешняя часть коры – береста – 5,4 % или около 1500 тонн ежегодно, в которой определено (среднее значение за 10 лет), %: содержание бетулина – 21,92, дубильных веществ – 3,00, гидроксикоричных кислот (в пересчете на кофейную) – 0,80. Бетулин обладает широким спектром биологической активности: противовирусной, противоязвенной, противоопухолевой, капилляроукрепляющей, гепатопротекторной, антиоксидантной и др. Известно о его гипогликемической, гиполипидемической и антиоксидантной активности, поэтому бетулин можно использовать как растительный консервант в ряде продуктов питания в дозировке 40 мг/сутки, рекомендованной Минздрав РФ. Однако ассортимент продуктов питания с бетулином в составе весьма ограничен.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработана технология извлечения бетулина из бересты березы, имеющая ряд технологических преимуществ. В эксперименте доказано, что целесообразно использовать сырье с размером частиц 3×3 мм, предварительно активированное обработкой ультразвуковым воздействием частотой 22±1,65 кГц, интенсивностью 4,5-8,0 Вт/см<sup>2</sup>, мощностью 167 Вт при температуре 40 °С, в течение 15 мин, что обеспечивает максимальный коэффициент извлечения бетулина и качество, соответствующее литературным данным [1]. Интенсификация процесса экстракции обеспечена автоклавированием (размер частиц 3×3; гидромодуль 1:5; продолжительность 150 мин) или ультразвуковым воздействием (продолжительность УЗ-обработки от 26 мин до 32 мин при мощности от 600 Вт до 1100 Вт). Наиболее эффективным способом повышения технологической адекватности и соответственно биодоступности бетулина в организме человека является ультразвуковая микронизация. В эксперименте установлены ее оптимальные параметры: обработка в течение 40 мин, акустическая мощность – 50 Вт, частота – 50±5 кГц при температуре не более 50 °С, что позволяет получить суспензию с преимущественным размером частиц бетулина менее 50 мкм. Доказано увеличивается однородность водной суспензии бетулина, выравнивание размера и формы частиц, что приводит к минимизации влияния барьерных факторов при усвоении пищевого ингредиента, определяющих его эффективность и биодоступность в составе пищевых продуктов, как на водной, так и на жировой основе.

По показателям качества очищенный бетулин, предлагаемый для использования в качестве пищевой добавки консервирующего действия, имеет следующие значения: по внешнему виду порошок от светло-бежевого до бежевого цвета, вкус – безвкусный, запах специфический слабый, приятный, без посторонних запахов; содержание бетулина 97 %. Антиоксидантная и антимикробная активности бетулина доказаны в составе майонезных соусов в сравнении с традиционным консервантом сорбиновой кислотой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Выделение бетулина из бересты березы и изучение его физико-химических и фармакологических свойств / С. А. Кузнецова, Г. П. Скворцова, Ю. Н. Маляр [и др.] // Химия растительного сырья. – 2013. – № 2. – С. 93-100.



## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЕФИРНОГО ПРОДУКТА

**М.А. Буслова, Н.В. Баракова**

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[maria.buslova@gmail.com](mailto:maria.buslova@gmail.com)*

Ультразвуковая (УЗ) обработка молока и кисломолочных продуктов считается одной из самых перспективных технологий [1]. В настоящее время влияние УЗ на активность развития заквасочных культур микроорганизмов изучено недостаточно и входит в задачу данного исследования. В рамках работы была поставлена серия экспериментов, с целью изучения влияния эффекта УЗ обработки на активность заквасочной микрофлоры кефирного напитка.

Объектом исследования являлся кефирный продукт, образуемый в результате внесения в молоко сухой закваски, и последующая обработка УЗ при установленных режимах. В качестве источника УЗ применялась ультразвуковая ванна «ОДАСЕРВИС» модель ODA- M07, Россия, частота - 40 кГц, время обработки – 10-30 мин, мощность ванны – 60 Вт.

При заквашивании кефирного продукта использовалось молоко пастеризованное 2,5 % «Пискаревское» объемом 1 л и бактериальная закваска 3 г прямого внесения (сухой заквасочной культуры «Иван-поле»). Состав: мальтодекстрин (носитель), *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Kluveromyces marxianus*.

После сквашивания была проведена оценка микрофлоры модифицированного напитка (табл. 1). Наличие микроорганизмов оценивали по изменению цвета кефирного продукта после добавления в него метиленового синего (1% вод. р-ра). Окончанием анализа считают момент обесцвечивания напитка.

**Таблица 1. Результаты оценки содержания микроорганизмов в кефирном продукте**

Наименование образца	Метиленовый синий время отбеливания, час		
Кефирный продукт без обработки ультразвуком	1,5 ч.		
Примерное количество бактерий в 1 см <sup>3</sup> , КОЕ	от 500 тыс. до 4 млн.		
Кефирный продукт после обработки ультразвуком	Метод ультразвуковой обработки, мин		
	10 мин	20 мин.	30 минут
	2,5 ч.	3,5 ч.	>3,5 ч.
Примерное количество бактерий в 1 см <sup>3</sup> , КОЕ	от 500 тыс. до 4 млн.	от 300 до 500 тыс.	до 300 тыс.

В результате проведенных исследований найдены режимы УЗ воздействия, которые позволили максимально уменьшить значения общего микробного числа напитка, а также снизить температурный режим воздействия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Красуля, О.Н. Влияние эффектов ультразвукового воздействия на активность заквасочных культур кисломолочных напитков / О.Н. Красуля, В.В. Ботвинникова, Д.Г. Ускова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. — 2016. — № 1. — С. 71-79.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПАТОКИ ИЗ ОСТАТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА КРАХМАЛА

Д.В. Гурова<sup>1</sup>, Л.Н. Рождественская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

<sup>2</sup>ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»

Новосибирск, Россия

[gurovadv@mail.ru](mailto:gurovadv@mail.ru)

В настоящее время основным направлением ферментативного гидролиза крахмала является получение нанокрахмала, который используется в производстве упаковочных материалов и пищевых пленок. Продукты гидролиза после завершения реакции центрифугируют, получая осадок с частицами нанокрахмала и надосадочную жидкость [1].

*Цель работы* - разработка технологии получения ингредиента пищевого назначения (патоки) из побочного продукта ферментативного гидролиза крахмала (надосадочной жидкости). Объектами исследования выступали: остаточная надосадочная жидкость, технология получения патоки из надосадочной жидкости, образцы сиропов и патоки. Методы исследования: сравнительный органолептический анализ образцов патоки, рефрактометрический метод определения массовой доли сухого вещества по ГОСТ 4680.

Для получения патоки надосадочную жидкость сначала уваривали при температуре 98-100 °С до консистенции густого сиропа, а затем продолжали уваривать густой сироп до консистенции, характерной для фабричных образцов, получая вязкую жидкость насыщенного карамельного цвета со сладковатым запахом. Для сравнительного анализа были взяты образцы сиропов, полученные в ходе кратного уменьшения первоначального объема жидкости в ходе уваривания в 2,4 и 5 раз. В итоге были получены К.О. – контрольный образец (надосадочная жидкость), образец 1, 2 и 3, в таблице 1 представлена их характеристика.

**Таблица 1. Характеристика образцов патоки**

Параметры	К.О.	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Уваривание, раз	0	2	4	5
Внешний вид	жидкость мутного цвета	однородная светло-янтарная жидкость	вязкая жидкость однородного цвета	вязкая тягучая жидкость однородного цвета
Консистенция	жидкая, текучая	жидкая, текучая	вязкая, текучая	вязкая, текучая, тягучая
Цвет	мутный, светлый	светло-янтарный	янтарный	карамельный
Запах	мучной	слегка мучной	слегка мучной	слегка сладкий
Вкус	отсутствует	легкий, едва сладко-соленый	солонватый, с небольшой сладостью	сладковатый, с солонватым послевкусием
Сод. сух. в-в, %	17	36	63	80

Таким образом, получение патоки, как побочного продукта ферментативного гидролиза крахмала при создании нанокрахмала, возможно путём уваривания оставшейся надосадочной жидкости в 5 раз. Полученная технология является ресурсосберегающей и соответствующей трендам устойчивого развития и импортозамещения [2].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Hao Y., Chen Y., Li Q., Gao Q. Preparation of starch nanocrystals through enzymatic pretreatment from waxy potato starch // Carbohydrate Polymers. – 2018. Vol. 184. P. 171-177.
2. Chaudhary P., Fatima F., Kumar A. Relevance of Nanomaterials in Food Packaging and its Advanced Future Prospects // Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. – 2020. Vol. 8.

## ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

И.В. Крылова

*Университет ИТМО, ВНИИЖиров  
Санкт-Петербург, Россия  
[irinakrylova1987@gmail.com](mailto:irinakrylova1987@gmail.com)*

Подсолнечный шрот является перспективным растительным сырьем для получения белковых продуктов. Ограничением для его использования является высокий уровень клетчатки. Клетчатка, представленная нерастворимыми пищевыми волокнами, снижает питательную ценность сырья. Кроме того, клетчатка в составе клеточных стенок мешает выходу в раствор белковых молекул при их экстракции [1, 2].

*Целью* данного исследования является повышение выхода протеина при его щелочной экстракции с помощью предварительного ферментативного гидролиза клетчатки.

В качестве изучаемого материала брали навески подсолнечного шрота массой 10 г с содержанием сырого протеина 39,44% на а.с.в. Для гидролиза применяли ферментный препарат Ultraflo, обладающий ксиланазной и бета-глюкканазной активностью. Гидролиз проводили в течение 1 часа при температуре 55°C и pH 5,5. Затем выделяли белок методом щелочной экстракции с последующим изоэлектрическим осаждением. Содержание протеина определяли методом Кьельдаля.

В контрольную пробу шрота фермент не вносили, к первой навеске добавляли 0,1 мл, а ко второй 0,2 мл ферментного препарата. После проведения экстракции и осаждения белка из гидролизованных проб получали белковую пасту, в которой определяли содержание сырого протеина. Из контрольной, первой и второй пробы получили белковую пасту с содержанием 78,14%, 94,77% и 95,94% на а.с.в. соответственно. Влажность белковой пасты составила 87±1%.

Из полученных данных следует, что предварительный гидролиз подсолнечного шрота ферментным препаратом с бета-глюкканазной и ксиланазной активностью позволяет повысить содержание сырого протеина в продуктах щелочной экстракции подсолнечного шрота. Это может быть вызвано расщеплением клеточных стенок растительного сырья, что приводит к выходу в раствор белковых молекул [3].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Rapeseed and sunflower meal: a review on biotechnology status and challenges / A. Lomascolo, E. Uzan-Boukhris, J.C. Sigoillot et al. // *Appl Microbiol Biotechnol.* - 2012. - N. 95. - pp. 1105-1114.
2. Enzyme-Assisted Extraction of Bioactives / S.J. Marathe, S.B. Jadhav, S.B. Bankar et al. // In: Puri, M. (eds) *Food Bioactives.* - Springer, Cham., 2017. - pp. 171-201.
3. Murtaza M.A. Food Processing Industrial Byproducts as Raw Material for the Production of Plant Protein Foods / M.A. Murtaza, K.Ameer // In: Manickavasagan, A., Lim, L.T., Ali, A. (eds) *Plant Protein Foods.* - Springer, Cham., 2022. - pp. 109-129.

## КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ И РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ ИНУЛИНА

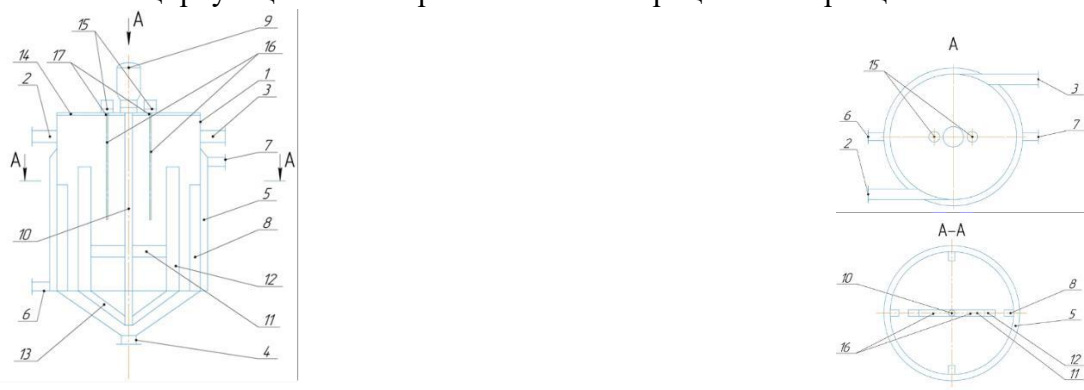
Ю.А. Максименко, О.И. Коннова, С.А. Свирина

*Астраханский государственный технический университет*

*Астрахань, Россия*

*[amxs1@yandex.ru](mailto:amxs1@yandex.ru)*

Экстракция широко используется в пищевых и биотехнологиях для получения ценных компонентов из растительного сырья, в том числе инулина. Для интенсификации процесса экстракции перспективно использовать ультразвуковую обработку [1]. Перспективным направлением для экстракции инулина из клубней топинамбура является разработка ультразвукового экстрактора и режимов его работы [1,2]. Предлагаемое устройство (рис. 1) позволяет осуществлять ультразвуковое воздействие на систему сырье – экстрагент при ее механическом и циркуляционном перемешивании в процессе экстракции.



**Рисунок 1 - Ультразвуковой экстрактор:**

1-цилиндрический корпус, 2, 3, 4- патрубki, 5-рубашка термостатирования с патрубками 6 и 7, 8-отбойники, 9- рамная мешалка, 10-вал, 11, 12- лопасти, 13-якорная часть, 14-крышка, 15- ультразвуковые генераторы, 16- стержневые рабочие элементы, 17 -отверстия для стержневых рабочих элементов.

В ходе комплекса экспериментальных исследований установлено, что водную экстракцию инулина при использовании предложенной установки следует осуществлять при циркуляционном перемешивании и следующих рациональных параметрах: степень измельчения сырья 1..4 мм, соотношение гидромодуля (сырье:экстрагент) 1:3..1:8, температура экстрагента 343..363К, перемешивание со скоростью 15..30 об/мин, интенсивность ультразвукового воздействия 15..50 Вт/см<sup>2</sup>. Предлагаемый ультразвуковой экстрактор рекомендуется использовать для различных видов растительного сырья. В зависимости от вида экстрагируемого сырья, экстрагента, режимов экстракции, перемешивание смеси и воздействие на нее ультразвуковых колебаний могут осуществляться как непрерывно в течение процесса, так и периодически в различных сочетаниях, реализуя осциллирующие режимы воздействия на смесь при экстракции.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1997.

2. Патент на полезную модель № 223 87 1U1 РФ, МПК С11В 1/10. Экстрактор [Текст] / Ю. А. Максименко, О.И. Коннова, И. Ю. Александян [и др.]; Патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», ФГБОУ ВПО «АГТУ» - 2023134914 Заявлено: 25.12.2023. Опубликовано: 06.03.2024, Бюл. № 7.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ HIGH PRESSURE PROCESSING В ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ

А.В. Крюков

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
Екатеринбург, Россия  
[tp@usue.ru](mailto:tp@usue.ru)*

В пищевой промышленности расширяется применение технологий нетепловой обработки. Обеспечение производства безопасных продуктов является необходимым условием технологического процесса. Однако для определенных продуктов традиционные методы тепловой обработки, такие как термизация, пастеризация и стерилизация могут негативно сказываться на их питательной ценности, вкусе и внешнем виде. Нетепловые методы обработки для консервирования пищевых продуктов оказывают минимальное воздействие на пищевые и вкусовые качества продуктов, а также увеличивают срок годности путем ингибирования или уничтожения микроорганизмов [1]. Цель работы – исследование влияния технологии High pressure processing (НРР) на показатели качества смузи на основе пророщенного зерна пшеницы и плодово-ягодного сырья. В качестве вкусовых компонентов выбраны плоды брусники или облепихи, или черной смородины свежемороженые.

Обработка высоким давлением (НРР) – современная нетепловая технология стерилизации продуктов питания, способствующая увеличению срока хранения обработанных пищевых продуктов. технология была разработана для инактивации микроорганизмов и денатурации нескольких ферментов без потери аромата и деградации питательных веществ, что часто происходит при традиционной тепловой обработке и других методах.

Проведенный отбор сортов зерновых культур показал, что пшеница сортообразцов (Ирень и Екатерина) имеет высокие характеристики по содержанию белка, что позволяет ее использовать в производстве зерновых напитков с обогащенным нутриентным составом, а агрономические свойства культур могут гарантировать стабильность формирования сырьевой базы из их числа для ресурсного элемента системы. Зерна пшеницы проращивали до зародышевого корешка длиной 2 мм с использованием пароконвектомата, режим «Пар» (влажность 100 %, температура 30°C и мощность кондиционирования воздуха 0,09 кВт) в течении 30 ч [1], затем измельчали в блендере и смешивали с плодово-ягодным сырьем, разливали в бутылки из полиэтилентерефталата, которые затем обрабатывали с применением технологии НРР при давлении в 4000 атм в течение 5 мин, с последующим хранением при температуре от 4±2 °С на протяжении 30 сут. Эксперименты проводились с использованием гидростатического пресса (модель 600МПа/30L, предоставленная ООО «РАН Технолоджикс Групп»). В процессе хранения контролировались органолептические и микробиологические показатели.

Исследование показало, что обработка смузи по технологии НРР позволяет получить продукт со стабильными характеристиками в части органолептических и микробиологических показателей, присущими натуральному продукту без применения тепловой обработки.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Корко, В. С. Обработка высоким давлением как альтернатива традиционным методам консервирования пищевых продуктов / В. С. Корко, М. А. Челомбитко, А. О. Заяц // Модернизация аграрного образования: Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, Томск, 14 декабря 2021 года.

## ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО НА ОКИСЛЕНИЕ ЖИРОВ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Г.С. Онуфриенко, О.Б. Иванченко

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Санкт-Петербург, Россия  
[ovengalay@gmail.com](mailto:ovengalay@gmail.com)

Важное структурное и функциональное значение жиров делает их незаменимыми в питании человека. В то же время жиры являются наиболее подверженными окислению компонентами пищевых систем. В процессе окисления жиров образуются перекиси, альдегиды, кетоны и свободные низшие кислоты, которые придают продукту неприятный прогорклый, металлический или другой посторонний привкус и запах, поэтому внесение в рецептуру пищевых продуктов антиокислителей является актуальным [1, 2].

*Целью работы* является определение влияния водного и водно-спиртового экстракта можжевельника в концентрации 25 мг/100 растворителя на степень окисления жиров в хлебобулочных изделиях при хранении.

Было приготовлено три образца хлеба: два с опытными экстрактами можжевельника (5 % от массы муки) и контрольный образец.

После выпечки образцы хлеба хранились при температуре  $20 \pm 2$  °С в бумажной упаковке в течении 30 сут. Далее из образцов хлеба извлекали жир с помощью аппарата Сокслета АСВ-6 и последующей отгонки.

Для определения степени окисления жиров был проведен органолептический анализ полученных образцов и определено их перекисное число. Все образцы жира имели твердую консистенцию, цвет желтоватый, запах характерный для жира. Определение перекисного числа проводилось по методике ГОСТ ISO 3960-2020 [3].

Были получены следующие результаты: перекисное число в образце хлеба с водно-спиртовым экстрактом можжевельника составило 19,62 мэкв/кг, в образце с водным экстрактом можжевельника – 22,00 мэкв/кг, в контрольном образце – 24,57 мэкв/кг.

*Заключение.* По полученным результатам можно сделать заключение о том, что жиры в образцах хлеба с экстрактами можжевельника подверглись окислению меньше, чем в контрольном образце. Также отмечена большая окислительная стабильность в образцах хлеба с добавлением водно-спиртового экстракта можжевельника по сравнению с образцами при использовании водного экстракта можжевельника.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколова А.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Использование натуральных антиокислителей как микронутриентов в продуктах питания // Вестник КНИТУ- 2016.- Т.19, № 23.- С.157-159.

2. Иванченко О.Б., Проскуракова Т.В. Продукты для здорового питания – основа инноваций в питании населения / В сборнике: Инновационные технологии в сервисе. Сборник материалов IVМеждународно-практической конференции. Под ред. Е.А. Карлика, 2015. -С.341-343.

3. ГОСТ 3960-2020 «Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа. Йодометрическое (визуальное) определение по конечной точке – Введ.: 2021-12-01 – М. Российский институт стандартизации, 2021 – 9 с.

## ЭНДОФИТНЫЕ БАКТЕРИИ РАСТЕНИЙ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РЕСУРС ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛУФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

М.Е. Баганова<sup>1</sup>, О.В. Келейникова<sup>1</sup>, Д.А Крыласов<sup>2</sup>, В.К. Чеботарь<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[krylasovdmitrij@gmail.com](mailto:krylasovdmitrij@gmail.com)

Эндофитные микроорганизмы – это организмы, которые способны проникать и колонизировать внутренние ткани растения, не вызывая у них каких-либо симптомов заболевания [1]. Бактериальными эндофитами называют бактерии, живущие в растительных тканях без нанесения вреда для хозяина и без получения выгоды большей, чем от привычного места их обитания в окружающей среде [2].

Эндофитные бактерии способны колонизировать внутренние ткани растений, обладая неоспоримым преимуществом по сравнению с ризосферными и эпифитными бактериями [3]. Кроме того, эндофитные бактерии обладают рядом функциональных свойств (фиксация молекулярного азота, мобилизация труднорастворимых форм фосфора, продукция фитогормонов, биоконтроль фитопатогенов и др.), которые необходимы для развития растения-хозяина. Поэтому эндофитные бактерии можно рассматривать как наиболее перспективный ресурс для создания микробиологических препаратов для растениеводства, повышающих продуктивность и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и болезням. Актуальным является использование эффективных и экологически безопасных микробных препаратов, повышающих продуктивность и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и болезням. С этой целью изучен микробиом культурных и диких видов картофеля, выделены эффективные эндофитные бактерии и созданы экспериментальные образцы микробных препаратов.

*Цель работы* – изучение свойств эндофитных штаммов бактерий, выделенных из листьев, корней и стеблей растений.

Из 15 образцов растений Мари белой было выделено 45 штаммов эндофитных бактерий. По результатам исследований 7 штаммов обладали азотфиксирующей активностью, 6 штаммов - фосфатмобилизующей активностью, 17 штаммов- амилалитической активностью, 19 штаммов- протеолитической активностью, 23 штамма обладали целлюлозолитической активностью и 4 штамма обладали липолитической активностью. Исследование поддержано грантом РФ № 23-66-10013

### ЛИТЕРАТУРА

1. Schulz B., Boyle C. / Eds. C.J.C. Boyle, T.N. Sieber. Berlin: Springer-Verlag, 2006. - P. 191–206.
2. Haroim, P.R., van Overbeek, L.S., van Elsas, J.D./Trends Microbiol. 2008,16. - P. 463–471.
3. Чеботарь В.К., Ганчева М.С., Чижевская Е.П., Пищик В.Н., Заплаткин А.Н., Келейникова О.В., Баганова М.Е. Эндофитные бактерии – перспективный ресурс для создания новых микробиологических препаратов для защиты и питания растений В книге: Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего. Сб. тезисов докладов PLAMIC.- 2022. - С. 232.

## ВЛИЯНИЕ ПРОТЕАЗ НА ОРГАНИЗМ СПОРТСМЕНА

П.С. Бикбулатов, О.В. Чугунова

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
Екатеринбург, Россия  
[tp@usue.ru](mailto:tp@usue.ru)*

Различные биологические и физико-химические свойства белков, полученных из растительных продуктов: арахис, соевые бобы, фасоль, киноа, подсолнечник, семена хлопка, кукуруза, горох, активно изучаются в качестве компонентов, возможных к использованию в здравоохранении и питании человека. Одним из основных способов благодаря которому наш организм извлекает питательные вещества из потребляемой пищи, являются ферменты. Для белков рычагом влияния для более полного усвоения, являются протеазы, также известные как пептидазы и протеиназы [1]. Цель исследования - обобщение современных данных отечественной и зарубежной литературы о влиянии протеаз на организм человека.

Протеазы позволяют организму усваивать незаменимые аминокислоты, расщепляя их до более простых, при этом стоит отметить, что, имея влияние на улучшение процессов пищеварения, данный фермент, может быть полезен для людей, имеющих различные симптомы расстройства желудка, страдающих потерей аппетита, вздутием живота и его дискомфортом. Для спортсменов белок является основным питательным веществом, позволяющим увеличить как скорость восстановления при различных этапах тренировочного процесса, так и построения более прочных мышечных связей. В ранее проводимых по данной теме исследований было доказано, что смесь ферментов протеаз снижала общую болезненность мышц после тренировки в сравнении со спортивными БАДами [2]. Другое исследование по влиянию протеаз на организм человека показало, что ощущения отека и дискомфорта уменьшались у пациентов после стоматологических операций при приеме фермента протеазы – серрапептазы. Термин «способствовать пищеварительной активности» в контексте данной работы, относится к увеличению скорости переваривания пищи, превышающей скорость, продуцируемой пепсином или панкреатином, в отдельности или же в сочетании, на конкретных субстратах в физиологических условиях. Увеличение скорости постпрандиального переваривания белка может уменьшить расстройство желудка и способствовать быстрому повышению уровня пептидов и аминокислот в крови. Быстрая гипераминоацидемия способствует увеличению мышечной массы за счет увеличения усвоения белка, что ценно для спортсменов, а также тех, кто страдает возрастной потерей белка и как возможно, саркопенией.

Таким образом, общая оценка влияния протеаз на расщепление белков в процессе пищеварения говорит о возможной актуализации данного фермента в рационе спортсмена, как добавка к основному рациону питания. При этом стоит предположить, что влияние данного фермента на денатурацию белка открывает возможность для оценки уровня биодоступности белка и большего его усвоения организмом.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бикбулатов, П. С. Ферментные препараты и биокаталитические процессы в пищевой промышленности / П. С. Бикбулатов, А. В. Арисов, О. В. Чугунова // Вестник биотехнологии. – 2023. – № 4(37).

2. Зилова И.С., Трушина Э.Н. Белок в рационе спортсменов: обоснование уровней потребления при различной интенсивности тренировок для поддержания мышечной массы тела (краткий обзор) // Вопросы питания. 2023. - №4 (548).- С. 114-124.



## ИЗУЧЕНИЕ ИММУНОТРОПНОГО ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДНК ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Е.Э. Куприна, П.А. Подцыкина

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Санкт-Петербург, Россия  
[kem-polina@mail.ru](mailto:kem-polina@mail.ru)*

Иммуномодулирующую активность проявляют и ДНК, и РНК молекулы определенного строения. Данный факт позволяет говорить о том, что некоторые иммуностимулирующие эффекты достигались только при использовании бактериальной ДНК, но не ДНК позвоночных.

Существует несколько факторов указывающих на то, что иммунокомпетентные клетки млекопитающих отличают ДНК бактерий или других прокариотов от ДНК эукариотов при связывании метилированных динуклеотидов CpG в контексте специфических оснований. ДНК, полученная из молок разных рыб, также обладает иммуномодулирующими свойствами [1]. На основе этой нуклеиновой кислоты создано множество фармакологических препаратов: деринат – натриевая соль низкомолекулярной нативной ДНК; препарат «Ферровир» и БАД к пище – «Биостим»; «Полидан» – стандартизованную смесь натриевых солей полихлоргидратов дериватов ДНК и РНК, получаемых из молок осетровых; «Нуклеоспермат натрия»; «Плацентекс-интегро» - обладает репаративными свойствами и используется в косметологии и дерматологии; «Дезоксинат» - представляющий собой 0,25% раствор натриевой соли частично деполимеризованной ДНК, выделенной из молок осетровых рыб; БАД к пище – препараты дезоксирибонуклеиновых кислот: ДНК-С (ДНК с аскорбиновой кислотой) и ДНКaВИТ (ДНК с витаминами В1 , В2 , В6, С) [2].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Krieg A.M. Mechanisms and applications of immune stimulatory CpG oligodeoxynucleotides // Biochim. Biophys. Acta. – 1999. - № 93321. - P. 1-10.
2. Федянина Л.Н. Лекарственные препараты и биологически активные добавки к пище на основе нуклеиновых кислот различного происхождения / Л.Н. Федянина, Н.Н. Беседнова, Л.М. Эпштейн, Т.К. Каленик, Ю.Г. Блинов // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2007. - №4. – С. 9-12.

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Кульминская А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Курчатовский геномный центр – ПИЯФ, Гатчина, Россия

<sup>2</sup> Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра “Курчатовский институт”

Гатчина, Россия

[kulminskaya\\_aa@npi.nrcki.ru](mailto:kulminskaya_aa@npi.nrcki.ru)

Для качественного скачка в развитии отечественной биотехнологической промышленности, который позволит отрасли конкурировать на мировом рынке и обеспечивать технологическую независимость России, необходимо расширять спектр наукоемких технологий, основанных на оригинальных биотехнологических решениях для переработки агропромышленного или другого органического сырья. Биологические способы (биоконверсия), т.е. применение микроорганизмов и/или ферментов для переработки и утилизации отходов относят к более экологичным и менее энергозатратным методам. Биоконверсия представляет собой естественный способ утилизации отходов, основанный на разрушении органического субстрата микроорганизмами. Она позволяет решить две основные задачи: создание экономически выгодного процесса производства целевого продукта и утилизацию потенциальных экологических загрязнителей. Решается эта задача путем использования биологических катализаторов: ферментов или синтезирующих их микроорганизмов, которые расщепляют органический субстрат с образованием целого комплекса ценных продуктов. Современные генетические технологии позволяют оптимизировать ферментативную активность микроорганизмов, при помощи которых производится трансформация природных полимеров, составляющих основу органических отходов.

В лаборатории биотехнологий, входящей в состав ОМРБ Петербургского института ядерной физики им. Б.П. Константинова и Курчатовского геномного центра – ПИЯФ, активно занимаются фундаментальными и прикладными исследованиями биополимеров и ферментов микробного происхождения, обладающими уникальными биологическими функциями и высоким потенциалом применения в различных областях. Специалисты лаборатории осуществляют широкий набор работ: разработка методов скрининга, культивирование микроорганизмов от пробирки до ферментера; выделение и очистку биологически активных соединений от микробной и растительной биомассы; идентификацию, клонирование и рекомбинантную экспрессию генов, кодирующих целевые ферменты; создание экспрессионных систем целевых ферментов/белков в микроорганизмах.

В докладе будут представлены результаты наших недавних исследований различных индивидуальных ферментов, их коктейлей и микробных систем, от скрининга микроорганизмов до способов использования продуктов, полученных в результате переработки.

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

## ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНЫХ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ В КАЧЕСТВЕ БИОИНДИКАТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРУДОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

А.Е. Барашков, Н.Т. Жилинская

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[alexanderbarashkof@yandex.ru](mailto:alexanderbarashkof@yandex.ru)*

На атомных электростанциях (АЭС) образуются специфические сбросные воды, загрязненные радиоактивными веществами. После сбора сточные воды направляются на переработку на очистные установки с целью повторного использования в циклах АЭС. Пруды-охладители АЭС стали распространенным типом водоемов в отдельных регионах России. Особенности термического и кислородного режимов водоемов-охладителей способствуют обитанию в них термофильных гидробионтов, не характерных для данной климатической зоны и появившихся в них в результате целенаправленной и/или случайной интродукции [1]. Однако при работе водоема-охладителя АЭС в экосистему водоема со станции и прилегающих территорий могут поступать техногенные радионуклиды, оказывая радиационное воздействие на гидробионтов.

*Цель исследования* – выбор представителей бентических беспозвоночных для применения в качестве биоиндикаторов степени загрязнения радионуклидами прудов-охладителей АЭС, используемых для выращивания промысловых рыб.

*Результаты исследования.* В литературе описаны разнообразные виды рыб и макробеспозвоночных, которые используют в биомониторинге оценки качества воды рек, озер, морей. Макробеспозвоночные, обитающие на поверхности и в толще грунта, являются по типу питания фильтраторами и собирателями [2]. В ходе сравнительного изучения данных научной литературы и информации с он-лайн платформ цифровых атласов беспозвоночных интерес для углубленного исследования вызвали представители типа «моллюски», класс «двустворчатые» (*Bivalvia*). Установлено, что *Bivalvia* могут накапливать гораздо больше радионуклидов, чем другие водные инвертебраты; более мелкие мидии накапливают более высокие концентрации естественных радионуклидов [3].

*Заключение.* Для изучения биоиндикаторных характеристик двустворчатых моллюсков рекомендовано выбрать пресноводные виды, обитающие в лотических или линзовидных средах обитания.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Bykov, A.D. Alien Fish Species in Cooling Ponds of Nuclear Power Plants and State District Power Stations of Central Russia // Russ J Biol Invasions. – 2023. - No 14. – P. 285–298.
2. Christopher E. Orozco-González, María E. Ocasio-Torres. Aquatic Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality: A Study of an Ecosystem Regulation Service in a Tropical River // *Ecologies*.- 2023. - No 4 (2). - P. 209-228.
3. Karsoon Tan, Xiaohui Cai, Kianann Tan, Kit Yue Kwan. A review of natural and anthropogenic radionuclide pollution in marine bivalves // *Science of The Total Environment*. – 2023.- V. 896,165030.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLAMYDOMONAS GEITLERI* Ettl НА СРЕДАХ С МЕЛАССОЙ

Д.Д. Закирова, Т.А. Кузнецова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия  
[zakirova.dd@edu.spbstu.ru](mailto:zakirova.dd@edu.spbstu.ru)*

Проблема очистки сточных вод от мелассы с использованием культуры водорослей актуальна, в дальнейшем биомассу микроводорослей можно использовать для получения ценных компонентов. Однако не все микроводоросли способны использовать мелассу в качестве источника углеводов.

*Цель исследования* – определение возможности культивирования *Chlamydomonas geitleri* Ettl в среде с различной концентрацией мелассы.

*Материалы и методы исследования.* Образцы маточной культуры штамма IPPAS D-231 были получены из коллекции БФУ им. И. Канта [1]. В питательную среду Исмаилходжаева [2] вносили мелассу в количестве 2 г / л (вариант 1), 5 г / л (вариант 2) и 10 г / л (вариант 3) в пересчете на углеводы. Культивирование проводили в фотобиореакторах на 500 мл, температура от 20 до 23 °С. Для освещения использовали светодиодные лампы дневного света 20 кЛк, Т – 400 К, барботировали воздухом со скоростью 1,5 л в мин. Продолжительность светового периода – 16 часов, темнового 8 часов. Концентрацию клеток в суспензии при культивировании определяли с помощью камеры Горяева, так как развитие посторонней микрофлоры влияет на оптическую плотность суспензии микроводорослей. Содержание сухих веществ (в %) измеряли в питательной среде рефрактометрически после отделения биомассы центрифугированием.

*Результаты исследования.* Основные параметры, вычисленные по истечению 8 суток культивирования, в фазу замедленного роста, представлены в таблице.

**Таблица 1. Основные параметры популяции *Chlamydomonas geitleri* Ettl при культивировании**

Варианты сред	Популяционная ёмкость, К, млн. кл / мл	Единичная скорость роста, $\mu$	Объем клеток, $\text{мкм}^3$	pH в начале культивирования	pH в конце культивирования
Контроль	50,69	0,218	71,60±5,24	7,3±0,2	10,5±0,2
Вариант 1	52,69	0,219	57,30±3,93	7,7±0,2	9,9±0,2
Вариант 2	53,48	0,233	47,67±3,46	7,9±0,2	9,8±0,2
Вариант 3	54,34	0,226	33,30±2,14	8,0±0,2	9,4±0,2

Внесение мелассы в питательную среду способствует увеличению темпов роста популяции, в этих вариантах преобладают молодые мелкие клетки. В экспериментальных вариантах наблюдается уменьшение темпов защелачивания питательной среды, что связано с особенностями азотного питания микроводорослей и развитием посторонней микрофлоры. При культивировании истощение мелассы происходит у первого варианта на 5 сутки, у второго на 6 сутки и у третьего варианта на 7 сутки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. IPPAS D-231. *Chlamydomonas geitleri* Ettl: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cellreg.org/Catalog\\_2020/CatalogNEW/IPPASD-231.html](https://cellreg.org/Catalog_2020/CatalogNEW/IPPASD-231.html) (дата обращения: 26.02.2024)
2. Патент № 113035. ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГНТК СССР, Москва. Способ культивирования микроводорослей *Chlamydomonas reinhardtii*: № SU 1685992 A1: заявл. 08.06.1989: опубл. 23.10.91 / Б. Исмаилходжаев, А.Р. Рахимов, Х.А. Бердыкулов. – 3 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСТРАКЦИИ БЕЛКА ИЗ ДЕФЕНОЛИЗИРОВАННОГО ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

А.А. Павлова, Анфаль

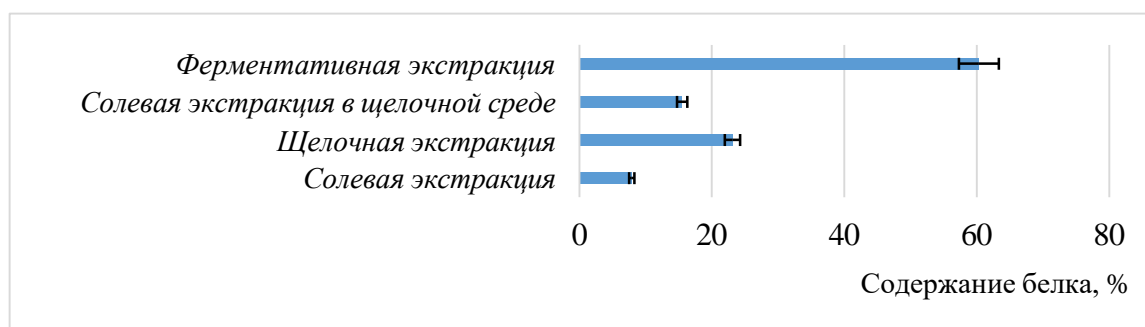
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[e-mail Dalina97@mail.ru](mailto: Dalina97@mail.ru)

В работе рассматривается влияние различных методов экстракции на выход белка из дефенолизированного подсолнечного шрота. Определено, что использование ферментных препаратов во время щелочной экстракции, повышает экстрагируемость белков. С целью понижения содержания антипитательных веществ в прошлом исследовании [1] была разработана методика, позволяющая сократить содержание хлорогеновой кислоты на 68% от ее изначального содержания

*Цель исследования*- подобрать режим экстракции белоксодержащего сырья из дефенолизированного подсолнечного шрота с целью получения белкового концентрата.

*Материалы и методы исследования:* щелочную экстракцию проводили при pH 11, t=45 мин, T=55±2°C; экстракцию солевым раствором вели 7% раствором NaCl, t=45 мин., T=55±2°C; экстракцию солевым раствором в щелочной среде вели 7% водным раствором NaCl, t=45 мин., T=55±2°C, при pH = 11[1]; ферментативную экстракцию проводили при соотношении фермент/субстрат – 0,3%; температура гидролиза и значение pH соответствуют оптимальным условиям действия ферментного препарата Протосубтилин Г3х: T = 37±2°C, pH 9. Для качественного анализа белка в экстракте использовалось спектрофотометрическое измерение УФ-поглощения: анализ по Лоури.

*Результаты исследования.* Согласно полученным данным, при ферментативной экстракции фиксируется максимальное содержание белка в белковом препарате – 60±4 % (рис. 1); наименее эффективен метод солевой экстракции.



**Рисунок 1 - Влияние метода экстракции на содержание белка**

*Заключение.* По результатам проведенных исследований определены режимы наиболее эффективной экстракции белка из подсолнечного шрота.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Павлова А.А., Смятская Ю.А. Технология получения белоксодержащего сырья с пониженным содержанием фенольных соединений из шрота подсолнечника. Бутлеровские сообщения С. 2023. Т.6. №4. Id.19. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-76-12-63/ROI-jbc-RC/23-6-4-19

## ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ МОДИФИКАЦИИ НА ПОРИСТОСТЬ СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

А.Д. Севастьянова<sup>1</sup>, Ю.Г. Базарнова<sup>1</sup>, А.В. Нашекин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup> Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Санкт-Петербург, Россия  
[anna-julija@rambler.ru](mailto:anna-julija@rambler.ru)

Поиск новых способов использования растительных отходов сельского хозяйства связан с изучением физико-химических свойств растительной биомассы и возможностью их модификации с целью создания комбинированных сорбционных материалов для очистки стоков, которые позволяют одновременно удалять различные поллютанты за одну стадию очистки. Известно, что в скорлупе грецкого ореха присутствует большое количество целлюлозы (30,4 %) и гемицеллюлозы (24,9 %), что свидетельствует о возможности модификации свойств биомассы скорлупы путем ферментативной обработки препаратами, обладающими целлюлолитическим действием, с целью разрыхления поверхности и увеличения адсорбционной емкости биомассы скорлупы [1].

*Цель работы* – изучение влияния ферментативной модификации на сорбционные свойства биомассы скорлупы грецкого ореха.

*Материалы и методы исследования.* Скорлупу ореха грецкого (*Juglans regia* L.) сортов, районированных на полуострове Крым (2020-2022 года сбора), измельчали и затем просеивали через лабораторные сита с размером перфорации (0,25÷1,00) мм. Полученную фракцию подвергали биомодификации ферментным препаратом Целлолюкс F (ООО ПО «Сиббиофарм»). Ферментный препарат предварительно активировали в ацетатном буферном растворе с рН 4,7 в соотношении 1:500 (по массе) при температуре 55 °С, затем смешивали с биомассой скорлупы в соотношении 1:20 и осуществляли процесс ферментативного гидролиза в течение 60 мин в условиях термостатирования при температуре 57±2 °С при постоянном перемешивании. После окончания процесса гидролиза определяли характеристики поверхности полученного сорбента согласно методам [2, 3].

*Результаты исследования.* Результаты определения влияния ферментативной модификации на объем пор скорлупы грецкого ореха приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Объем пор скорлупы грецкого ореха до и после обработки ферментным препаратом**

Поры	Объем, 10 <sup>-3</sup> * см <sup>3</sup> /г	
	до биомодификации	после биомодификации
Мезопоры	1,76	10,80
Микропоры	25,60	69,10

*Заключение.* Установлено, что модификация биомассы скорлупы грецкого ореха путем ферментативного гидролиза целлюлозы приводит к увеличению пористости и, следовательно, улучшению сорбционных свойств биомассы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Domingos I., Ferreira J., Cruz-Lopes L., Esteves B. Liquefaction and chemical composition of walnut shells. *Open Agriculture*. 2022. 7. P. 249-256. DOI: 10.1515/opag-2022-0072.
2. Гиндулин И. К., Юрьев Ю. Л. Технический анализ нанопористых материалов: метод. указания для выполнения лаб. работ для студентов очной и заоч. форм обучения направления 240100 "Хим. технология и биотехнология" Урал. гос. лесотехн. ун-т, Каф. хим. технологии древесины. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 16 с.

## ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ БИОКОНВЕРСИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ГРИБАМИ РОДА PLEUROTUS ДЛЯ ЕЁ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

О. В. Киселева, Демиденко Н.Ю.

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

*Решетнева*

*Красноярск, Россия*

*ufimceva-olga@mail.ru*

*Цель исследования:* разработка технологии биоконверсии растительных отходов глубинными культурами рода *Pleurotus* с предварительной гидродинамической активацией сырья и получением обогащенных белком кормовых продуктов.

Был выбран штамм *Pleurotus* в связи с их высоким потенциалом к протеинизации перерабатываемого сырья с целью использования получаемых продуктов в качестве кормовых добавок, обогащенных белком и другими биологически активными соединениями, а также органических удобрений.

*Материалы и методы:* химический состав растительного сырья и гидродинамическую активацию устанавливали с помощью принятых в химии и биохимии методов [1].

Результаты: исследования состава сырья до и после активации представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Состав растительного сырья и сырья после гидродинамической активации**

Наименование	Содержание, % от а.с.м. сырья			
	опилки исходные	опилки активированные	топинамбур исходный	топинамбур активированный
ВВ, в т.ч.: моносахариды	9,40 0,59	6,40 0,15	23,10 9,01	16,46 0,70
ЛГП	14,20	21,12	18,69	28,26
ТГП	40,20	31,96	26,32	20,36
Лигнин	32,10	35,10	18,91	22,29
Белок	-	-	3,61	3,24
Зола	3,42	3,20	3,07	3,02

Примечание: приведены средние результаты трех параллельных экспериментов, относительная стандартная ошибка опыта не превышала 5%

Примечание: приведены средние результаты трех параллельных экспериментов, относительная стандартная ошибка опыта не превышала 5%

*Выводы:* полученные экспериментальные данные свидетельствуют о качественных изменениях в составе лигноуглеводного комплекса обоих видов растительного сырья в результате гидродинамической активации. Очевидно, что при использовании сосновых опилок, также как и вегетативной части топинамбура, в качестве субстратов для прямой микробиологической переработки целесообразно проведение такой предобработки сырья в целях повышения его биодоступности, а, следовательно, и глубины микробиологической конверсии лигнотрофными сапрофитами *Pleurotus*.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Технология биоконверсии растительного сырья. Ч. II. Перспективные технологии микробиологической конверсии растительной биомассы / П. В. Миронов [и др.]. – Красноярск : СибГТУ, 2002. – 159 с.



## ВЫЯВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СКРЫТОЙ ВЫПОЛНЕННОСТИ СЕМЯН *PINUS SYLVESTRIS* L. ДЛЯ ПРОГНОЗА ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРИГОДНОСТИ

Я.О. Князева<sup>1</sup>, Т.А. Гурова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup> ФГБНУ АФИ

Санкт-Петербург, Россия

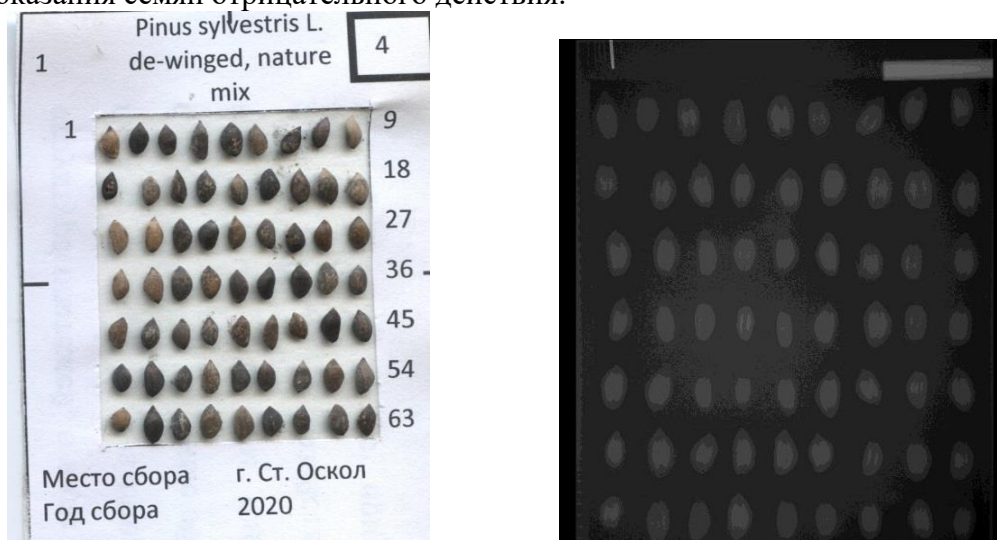
[yarik260401@gmail.com](mailto:yarik260401@gmail.com)

**Цель.** Исследовать качества семенного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) рентгенографическим методом на наличие скрытой неоднородности.

**Материалы.** Семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) собранные в г. Старый Оскол в 2020 г.

**Методы.** Рентгенографическая съемка 40 карточек по 63 образца семени *Pinus sylvestris* L. проводилась на рентгеновской установке ПРДУ-2 в соответствии с разработанным в 1988 году рентгеновским стандартом для семян древесных пород ОСТ 56-94-88. Статистическая обработка результатов дешифрирования рентгенограмм проводилась в соответствии с критерием Стьюдента при  $p \leq 0,005$ .

**Результаты.** Использование рентгеновских лучей для определения качества семян у хвойных растений было впервые предложено в 1953 году. В дальнейшем этот метод использовали для оценки качества семян различных видов древесных растений. С его помощью удалось получить представление о качестве семян большого числа образцов, которые затем могут быть использованы для выращивания растений, так как существует корреляция между характеристикой семян и рентген-образами их внутренней структуры семени и показателями энергии прорастания и всхожести семян, а облучение не оказывает на ростовые показания семян отрицательного действия.



**Рисунок 1 - Карточка семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для проведения рентгенографической съемки (слева); рентгенообразы семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (справа).**

**Выводы.** Показатели внутренней выполненности исследуемых семян *Pinus sylvestris* L. на основании различий внутреннего морфологического строения были разделены на 3 группы в соответствии со степенью внутренней выполненности эндосперма. Показано, что доля семян, относящихся к разным группам, для исследуемых образцов значительно варьирует.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЧЕРНОМОРСКОЙ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛЮ *CLIMACONEIS SCALARIS* (BRÉBISSON) E.J. COX

Л.Л. Соколовская, Ю.А. Смятская

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[lt.ftvl@gmail.ru](mailto:lt.ftvl@gmail.ru)

В настоящее время проблема очистки сточных вод является одним из приоритетных направлений в области экологических исследований во всем мире. Сточные воды по своему происхождению могут быть хозяйственно-бытовыми, атмосферными, производственными [1]. Требования к очистке сточных вод зачастую предполагают проведение глубокой очистки (доочистки), где применение биологических объектов имеет высокий потенциал применения [2]. Целью данной работы являлась оценка эффективности удаления ионов металлов Cu, Zn, Cd, Pb из модельных растворов культурой черноморской диатомовой водоросли *Climaconeis scalaris* [3].

**Материалы и методы.** Остаточная концентрация металлов была определена через 0,5; 1, 0; 48 часов; 19 суток с помощью вольтамперометрического анализатора TA-Lab (ООО «Томьаналит», Россия).

**Результаты и их обсуждения.** Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности извлечения тяжелых металлов черноморской диатомовой водорослью *Climaconeis scalaris*. Эффективность очистки составила: Cu -100%, Pb - 67%, Cd - 78%, Zn - 96% (рис.1).

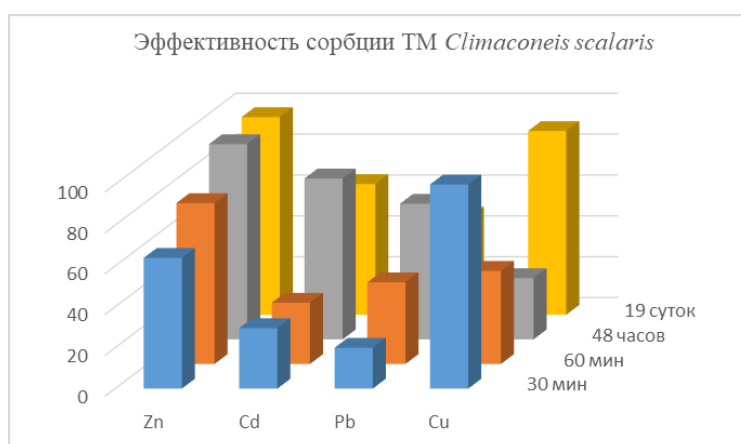


Рис. 1. Эффективность очистки тяжелых металлов Zn, Cd, Pb, Cu культурой *Climaconeisscalaris*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Илялетдинов А. Н., Алиева Р. М. Микробиология и технология очистки промышленных сточных вод. – Алма-Ата: Гылым, 1990. – 224 с.
2. Hedayatkah, A., Cretoiu, M.S., Emtiazi, G., Stal, L.J., Bolhuis, H., 2018. Bioremediation of chromium contaminated water by diatoms with concomitant lipid accumulation for biofuel production. J. Environ. Manage. 227, 313–320.
3. Давидович О.И., Давидович Н.А., Гастиньо Р., Витковски А. Половое воспроизведение черноморской диатомовой водоросли *Climaconeis scalaris* (Brébisson) E.J. Cox. Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2019;74(4):254-261.

## ИНОКУЛИРОВАНИЕ СЕМЯН СОИ И НУТА КОНСОРЦИУМОМ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ

С.А. Арутюнян, Т.У. Степанян, Г.М. Хачатрян, В.Б. Гогинян

Научно-производственный центр «Армбиотехнология» НАН РА  
Ереван, Армения  
[gata84gata@gmail.com](mailto:gata84gata@gmail.com)

На фоне деструктивных факторов антропогенного воздействия и применения химических удобрений в сельском хозяйстве происходит интенсивная деградация и загрязнение почв, приводящая к серьезным нарушениям микробиологических процессов и, в целом, экологическому дисбалансу [1]. Поэтому в настоящее время важное значение приобретают многокомпонентные микробиологические земледобрильные и ростостимулирующие препараты.

Целью наших исследований являлось выявление возможности совместного применения клубеньковых бактерий и цианобактерий для стимуляции роста растений сои и нута в вегетационных экспериментах. В опытах испытаны штаммы *Mesorhizobium ciceri* MDC<sup>1</sup> 6042, MDC 6048, MDC 552 (типовой штамм), *Bradyrhizobium japonicum* MDC 5784, MDC 5789, ранее выделенные из различных почв Армении, а также цианобактерии *Arthrospira platensis* и *Synechocystis* sp.

Использованные в работе штаммы клубеньковых бактерий обладали значительной способностью фиксировать молекулярный азот, а цианобактерии, кроме азотфиксации, в больших количествах синтезировали ряд противомикробных и других биологически активных соединений [2, 3]. Эти метаболиты способствовали развитию и продуктивной колонизации клубеньковых бактерий, повышая степень их вирулентности, тем самым оказывая ростостимулирующий эффект на экспериментальные растения. В частности, у растений сои, в зависимости от комбинаций штаммов клубеньковых бактерий и цианобактерий, на 45–137% увеличивается количество клубеньков, в 2,5 раза повышается выход сухой биомассы, а высота стеблей на 36–47% превышает аналогичные показатели в контрольных групп растений. В то же время у растений нута количество образовавшихся клубеньков увеличивалось на 13–57%, выход сухой биомассы повышался в 2 раза, а высота – на 25,8–32% превышала аналогичные показатели у контрольных групп растений.

Таким образом, показано, что применение ризобияльноцианобактериальных консорциумов в сельскохозяйственном растениеводстве может быть перспективным с точки зрения повышения урожайности некоторых видов бобовых растений.

Работа выполнена в рамках базового финансирования Научно-производственного центра «Армбиотехнология» НАН РА.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность применения многокомпонентных биопрепаратов в растениеводстве / Трефилова Л. В. // Актуальные направления развития АПК. Сборнике материалов конференции, 2020. – С. 203–207.
2. Biodiversity, spreading and practical appliance of nodule bacteria in Armenia. Review / Harutyunyan S., Stepanyan T., Khachatryan G., Goginyan V. // In Book: “Microbial Essentialism. An Industrial Prospective”, Academic Press, Elsevier, 2024. - Chapter 19. - P. 419–442.
3. Enhancement of plant growth and yields in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) through novel cyanobacterial and bio-filmed inoculants / Bidyarani N., Prasanna R., Babu S., Hossain F., Saxena A. K. // Microbiological Research, 2016. – С. 188-189, - С. 97-105.

## Т-ДНК-ОПОСРЕДОВАННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕАДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ РАСТЕНИЙ КАК НОВЫЙ МЕТОД БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

С.Д. Исаков, Д.И. Богомаз, О.А. Павлова, О.И. Болотникова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[serzh.isakov.01@list.ru](mailto:serzh.isakov.01@list.ru)

Известно, что сорные растения ежегодно наносят колоссальный ущерб сельскому хозяйству, одной из крупных отраслей российской экономики. Негативные последствия воздействия сорняков (создание дефицита влаги и питательных веществ; изменение светового режима; резервация болезней и вредителей) существенно снижают продуктивность наиболее значимых сельскохозяйственных культур [1]. К злостным сорнякам, произрастающим на территории РФ, относят: борщевик (*Heracleum*), осот (*Sonchus*), мокрицу (*Stellaria media*), пырей (*Elytrigia repens*) и некоторые другие виды. Агротехнические меры борьбы с сорняками зачастую включают обработку почв гербицидами, которые наносят непоправимый урон как дикорастущим, так и культурным растениям. Поэтому разработка и внедрение новых экологически безопасных приёмов борьбы с сорняками приобретает в настоящее время актуальность и практическую значимость. Биологический подход к решению этой проблемы является сегодня одним из наиболее перспективных. Он основан на целенаправленном использовании различных живых организмов-фитофагов (вирусов, бактерий, грибов, насекомых, и т.д.) для избирательного уничтожения сорняков [1]. Среди различных кандидатов для решения этой задачи особый интерес вызывают агробактерии.

Агробактерии (*Agrobacterium*) – группа почвенных бактерий, способных к переносу специфического фрагмента своей ДНК (Т-ДНК, от англ. transferred DNA) в геномы растений различных видов [2]. Экспрессия генов Т-ДНК в клетках корневой системы приводит к развитию у растения-хозяина различных неопластических заболеваний (корончатый галл, «бородатый корень»). Для ряда видов растений (представителей родов *Nicotiana sp.*, *Linaria sp.*) отмечена фиксация трансгенной последовательности ДНК в геноме [2]. Трансгенные растения, полученные *in vitro* в результате регенерации из опухолевых клеток, несущих Т-ДНК, отличали неадаптивные фенотипические изменения (низкорослость, укорочение междоузлий, снижение фертильности пыльцы и др.). В то же время, трансгенные растения обладали некоторыми эволюционными преимуществами, благодаря которым они смогли не только выжить в естественных климатических условиях, но даже вытеснить из агробиоценозов своих нетрансформированных дикорастущих родственников [3]. Таким образом, конструирование векторных систем для распространения неадаптивных признаков в популяциях сорных растений на основе Т-ДНК *A. rhizogenes* обещает стать весьма эффективным в борьбе с сорняками на территории сельскохозяйственно-значимых областей РФ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Земледелие: учебник / А. М. Туликов [и др.]. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.
2. Matveeva T.V. Horizontal Gene Transfer from Genus *Agrobacterium* to the Plant *Linaria* in Nature / T.V. Matveeva *et al.* // Molecular Plant-Microbe Interactions. – 2012. – Vol. 25, №12. – P. 1542-1551.
3. Andrianova E. Modeling of the spread of non-adaptive traits in a natural population due to self-compatibility / E. Andrianova *et al.* // Ecological Modelling. – 2023 – Vol. 482 – P. 110397.

## ВЛИЯНИЕ ТОРФЯНЫХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА БАКТЕРИИ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРЫ РОДА *PSEUDOMONAS*

М.М. Герцен, Ю.В. Каледин, Л.В. Переломов

*ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»  
Тула, Россия  
[mani.gertsen@gmail.com](mailto:mani.gertsen@gmail.com)*

Гуминовые кислоты являются неотъемлемым элементом эволюции биосферы и одним из наиболее важных факторов стабильности жизненных процессов. Они выполняют накопительные, транспортные, регуляторные, защитные [1]. Взаимодействуя с живыми организмами, гуминовые кислоты даже в небольших количествах влияют на их рост, ингибируя или стимулируя его. Гуминовые кислоты способны защитить живые клетки от токсического действия природных и антропогенных соединений; регулировать питание и развитие растений и быть источником питательных веществ для микроорганизмов. Целью работы являлось установление влияния торфяных гуминовых кислот на бактерии-нефтедеструкторы рода *Pseudomonas* [2].

Для определения оптимальной стимулирующей концентрации торфяных гуминовых кислот на рост микроорганизмов *Pseudomonas fluorescens* 142 NF предварительно были получены зависимости «доза – эффект». Доза - концентрация гуминовых кислот, а эффект - рост микроорганизмов, контролирующими факторами которого являлось изменение оптической плотности клеточной суспензии и прирост биомассы. В таблице 1 представлены данные по увеличению численности клеток после трехдневного и шестидневного экспонирования микроорганизмов в средах с различной концентрацией гуминовых кислот концентрации 25-100 мг/дм<sup>3</sup>, как единственного источника углерода и энергии (для сравнения представлены данные для гуминовых кислот торфов и штамма *Rhodococcus erythropolis* S67 [3]).

**Таблица 1. Влияние гуминовых кислот на рост микроорганизмов *Pseudomonas fluorescens* 142 NF при культивировании в течение 3 и 6 суток (ГК ТНТ (гуминовые кислоты тростникового низинного торфа) – штамм *Rhodococcus erythropolis* S67 [3])**

Концентрация ГК, мг/л	Контроль	ГК ТНТ [3]					ГК				
		25	35	50	75	100	25	35	50	75	100
Оптическая плотность (3 суток)	0,05	0,126	0,120	0,162	0,110	0,103	0,131	0,118	0,160	0,107	0,106
Оптическая плотность (6 суток)	0,116	0,111	0,101	0,120	0,077	0,042	0,107	0,105	0,123	0,084	0,043

При культивировании микроорганизмов в течение трех суток гуминовые кислоты в концентрации 25-100 мг/л способствуют активному росту микроорганизмов, оптическая плотность клеточной суспензии возрастает в 2-4 раза (таблица 1). Максимальный рост микроорганизмов выявлен при концентрации ГК 50 мг/дм<sup>3</sup>, оптическая плотность клеточной суспензии в 4 раза выше суспензии клеток в контрольной группе. При культивировании микроорганизмов в течение 6 суток в присутствии торфяных гуминовых кислот как единственного источника углерода и энергии выявлены различия в интенсивности роста и накопления биомассы микроорганизмов в культуральной среде (таблица 1). На шестые сутки отмечено снижение оптической плотности клеточной суспензии микроорганизмов на 16% по сравнению с оптической плотностью на 3 суток, что свидетельствует об уменьшении интенсивности роста штаммов микроорганизмов. Данный факт связан с высокой скоростью потребления молекул гуминовых кислот микроорганизмами в течение первых 3 суток и дальнейшей нехваткой ГК в растворе для полноценного роста микроорганизмов.

Максимальный рост микроорганизмов наблюдается при концентрации ГК 50 мг/дм<sup>3</sup>: оптическая плотность раствора клеточной суспензии в 2,5 раза выше, чем в контрольном опыте (таблица 1). Подобный эффект наблюдается и в случае применения ГК ТНТ для микроорганизмов рода *Rhodococcus* при концентрации 50 мг/дм<sup>3</sup> [3].

Экспериментально подтверждено, что и ГК ТНТ [3], и торфяные ГК в концентрации 50 мг/л оказывает стимулирующее действие на рост микроорганизмов-нефтедеструкторов.

Статья подготовлена в рамках государственного задания по теме: «Иммобилизация тяжелых металлов продуктами взаимодействий слоистых силикатов с почвенным органическим веществом и микроорганизмами» (Соглашение на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) № 073-00033-24-01 от 9.02.2024, заключенным с Минпросвещения России).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А. И. Попов. – Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004.

2. Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата / А. Е. Филонов // Diss. Пушино: Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина РАН, 2016.

3. Влияние гуминовых веществ торфов на ростовые параметры микроорганизмов нефтедеструкторов рода *Rhodococcus* в присутствии гексадекана / Е. Д. Дмитриева, М. М. Леонтьева, В. Т. Каримова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4. – №. 2. – С. 43-56.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДНК ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ОБРАЗЦАХ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

А.В. Ильина<sup>1,2</sup>, А.Г. Демин<sup>1</sup>, С.А. Галкина<sup>1</sup>, Р.Г. Сахабеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический университет

Санкт-Петербург, Россия

[Arina-Ilina-23@yandex.ru](mailto:Arina-Ilina-23@yandex.ru)

Миграция и распространение водоплавающих и околоводных птиц исследуется с помощью визуального мониторинга. Ограничениями для этого метода выступают погодные условия, длина светового дня, лимит времени и квалификация наблюдателей. Перспективным подходом для решения данной проблемы является анализ ДНК из окружающей среды (эДНК). Этот неинвазивный метод обнаружения различных групп организмов основан на детекции их генетического материала в образцах разнообразных природных субстратов.

*Цель исследования.* Анализ применимости метода, основанного на детекции эДНК, для мониторинга орнитофауны Ленинградской области.

*Материалы и методы.* Мы провели отбор проб воды в районе Свирской губы Ладожского озера с целью получения образцов эДНК и их использования для детекции разных видов птиц. Были разработаны таксонспецифичные праймеры и зонды, пригодные для идентификации шести основных мигрирующих видов птиц Арктической зоны России - шилохвости, связы, морской чернети, гуся гуменника, белошекой казарки и серебристой чайки. Детекция производилась с использованием метода ПЦР в реальном времени с зондами TaqMan к целевым последовательностям D-петли митохондриальной ДНК.

*Результаты.* В ходе работы были успешно амплифицировали целевые последовательности исследуемых видов птиц из проб природной воды. Полученные данные детекции ДНК водоплавающих птиц (за исключением серебристой чайки) согласуются с данными визуального мониторинга, выполненного нами параллельно с пробоотбором. При этом были зарегистрированы не только птицы, пребывавшие на воде, но и птицы, только пролетавшие над ее поверхностью.

*Выводы.* Результаты исследования указывают на возможность регистрации видоспецифичного генетического материала птиц в образцах эДНК, полученных не только из небольших рек, прудов и болот, но и из таких крупных водоемов, как Ладожское озеро. Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшей апробации методик, основанных на применении эДНК, для мониторинга скрытого биоразнообразия орнитофауны.

*Работа поддержана грантом РФФ №22-74-10043*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Hussell D.J.T., Ralph C.J. Recommended methods for monitoring change in landbird population by counting and capturing migrants // North Am Bird Bander. 2005. Vol. 30. P. 6–20.

**МОГУТ ЛИ АНАМОРФНЫЕ ГРИБЫ ФИКСИРОВАТЬ АЗОТ?**

Т.Б. Лисицкая, Я.А. Веселова, Т.Д. Князева

Санкт-Петербургский государственный технологический институт(Технический  
Университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[lissitskayat59@mail.ru](mailto:lissitskayat59@mail.ru)

Основное количество азота, входящего в состав компонентов клетки, сельскохозяйственные растения получают благодаря азотфиксации микроорганизмов. Для улучшения роста растений уже много лет используют бактериальные удобрения на основе азотфиксирующих бактерий [1]. Процесс азотфиксации у бактерий изучен хорошо, чего нельзя сказать об исследовании возможности азотфиксации у такой значимой группы почвенных микроорганизмов, как анаморфные грибы [2]. Доминирование биомассы грибов в бедных питательными веществами почвах делают небезосновательным предположение о возможности азотфиксации у микромицетов.

В литературе превалирует мнение, что представители царства грибов не могут фиксировать молекулярный азот, однако это не сопровождается ссылками на экспериментальные работы [3]. При этом в литературе имеются только старые и фрагментарные исследования об азотфиксации у отдельных видов грибов, как правило, базидиомицетов, а систематические исследования по данному вопросу отсутствуют [4, 5].

В нашей работе при скрининге представителей видов родов *Penicillium* и *Aspergillus* по способности расти на агаризованной и жидкой безазотистых питательных средах большинство видов росли на безазотистой среде Эшби с глюкозой, а также на среде Эшби с другим источником углерода – маннитом. Определены скорости радиального роста исследованных культур на агаризованных питательных средах без источника азота, которые ожидаемо оказались существенно ниже скоростей роста на среде с азотом. Возможно, способность к азотфиксации является видовым признаком, поскольку рост наблюдался не у всех исследованных видов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Чевердин А.Ю. Влияние бактериализации посевов ярового ячменя на запасы азота в почве/А.Ю.Чевердин, Ю.И.Чевердин, Г.В.Чевердина//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1 (72). С. 23-27.
2. Берсенева О.А. Почвенные микромицеты основных природных зон/ О.А.Берсенева, Саловарова, В.П., Приставка А.А.// Известия Иркутского государственного университета, Серия «Биология. Экология». - 2008.- Т.1.- № 1.- С. 3-9.
3. Buren S., Rubio L.M. State of the art in eukaryotic nitrogenase engineering/ S. Buren, L.M. Rubio// FEMS Microbiology Letters.- 2018.- V.365.- № 2. - P.1-9.
4. Lipman C.B. Nitrogen fixation by yeasts and other fungi/ C.B. Lipman// J.Biol.Chem. - 1911.-V.10, Issue 3.- P.169-182.
5. Millbank J.W. Nitrogen Fixation in Moulds and Yeasts-a Reappraisal/ J.W. Millbank// Arch.Mikrobiol.- 1969.- 68(1).- P. 32-39.



## ВЫДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ, УЧАСТВУЮЩИХ ВКОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Г.Г. Няникова<sup>1</sup>, И.М. Царовцева<sup>2</sup>, И.Д. Беляева<sup>1</sup>, В.А. Леонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup>Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева»  
Санкт-Петербург, Россия  
[galanyan@mail.ru](mailto:galanyan@mail.ru)

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам повышения долговечности строительных материалов и конструкций, подверженным не только агрессивным средам, но и биологическим агентам. К таким сооружениям относятся гидротехнические сооружения (ГТС), приливные электростанции (ПЭС), комплексы защитных сооружений (КЗС). Биоповреждениям могут быть подвержены практически все материалы, в том числе цементные растворы, бетон и железобетон, композиционные материалы на основе других связующих, древесина, стальная арматура, металлоконструкции, которые эксплуатируются в условиях, благоприятных для размножения микроорганизмов.

К коррозионно-активным относятся такие группы микроорганизмов, как сероокисляющие, железоокисляющие, нитрифицирующие, аммонифицирующие, сульфатредуцирующие. С деятельностью микроорганизмов связывают коррозию и разрушение строительных конструкций, контактирующих с водой [1].

Целью наших исследований является выделение из проб, отобранных на объектах гидротехнических сооружений, микроорганизмов, изучение их физиолого-биохимических особенностей и способности вызывать коррозию металлических конструкций.

Были исследованы образцы, отобранные сотрудниками ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденеева на Ирганайской ГЭС, Кислогубской ПЭС (Мурманская обл.), пробы с КЗС со стороны Финского залива и со стороны Невской губы, а также со дна Обской губы.

Выделение микроорганизмов в накопительную и затем путем многократных пассажей – в чистую культуру проводили на селективных питательных средах. Сероокисляющие бактерии выделяли на среде Бейеринка, железоокисляющие – на среде Захаровой, нитрифицирующие – на среде Виноградского, аммонифицирующие – на пептонной среде. Изучены морфологические, физиолого-биохимические и культуральные признаки, идентифицированы до рода / вида по результатам секвенирования гена 16S рРНК. Коррозионную активность выделенных микроорганизмов изучали на модели стальных и алюминиевых пластин.

Были выделены и идентифицированы сероокисляющие бактерии как относящиеся к р. *Paracoccus*, *Dietzia* sp., железоокисляющие бактерии – *Siderococcus* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Micrococcus luteus*, *Acinetobacter johnsonii*, *Rhodococcus* sp., *Bacillus* sp., нитрифицирующие – р. *Nitrospira*, р. *Nitrotoga*, аммонифицирующие *Planococcus* sp., *Shewanella* sp., *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp.

Высокую коррозионную активность показали сероокисляющие бактерии в отношении образцов конструкционной стали марки Ст20.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Коррозионная активность микроорганизмов, выделенных из обрастаний конструкционных материалов в прибрежной зоне Баренцева моря / Д. Ю. Власов, А. Л. Брюханов, Г. Г. Няникова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2023. – Т. 59. – № 4. – С. 355-368.

## СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ ПЛАНТАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Л.Т. Крупская, М.Ю. Филатова, И.В. Шугалей, А.В. Леоненко

*Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства («ДальНИИЛХ»)  
Институт горного дела ДВО РАН (ХФИЦ ДВО РАН), Хабаровск, Россия  
Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[ecologiya2010@yandex.ru](mailto:ecologiya2010@yandex.ru)*

Экосистемы Дальнего Востока глубоко и необратимо нарушены в связи с длительным функционированием горных предприятий Дальневосточного Федерального округа (ДФО). В ходе проведенного обследования показана загрязненность почвы и водных объектов соединениями тяжелых металлов: меди, свинца, хрома, марганца, кобальта. В большинстве горняцких поселков зафиксировано кратное превышение ПДК по перечисленным контаминантам. Установлена высокая запыленность воздуха горняцких поселков и чрезвычайно высокое содержание диоксида серы в атмосфере населенных пунктов [1]. В настоящее время назрела необходимость улучшения качества окружающей среды в ДФО с целью закрепления населения на данных территориях. В связи с представленной проблемой остро стоит вопрос разработки стратегии и выбора методов рекультивации данных территорий. Поэтому цель исследования состояла в разработке технологии создания лесных плантаций на объектах лесной рекультивации реализованной в 1988 г. для обеспечения экологической безопасности среды обитания. Исходя из цели, определены следующие задачи: 1. Анализ, обобщение и систематизация существующего опыта по названной проблеме; 2. Оценка масштабов разрушения экосистем в ДФО при освоении минерального сырья; 3. Рекомендации по использованию рекультивированных участков для плантационного лесовыращивания. В процессе исследований в период 2011-2023 гг. показано, что наиболее обоснованной и эффективной стратегией рекультивации территорий, нарушенных в ходе горных работ, является плантационное лесовыращивание. Для подтверждения правильности выбранной стратегии последовательно проведены следующие работы: - выполнена оценка масштабов разрушения экосистем в ДФО; - выявлен спектр приоритетных загрязнителей и особенности их трансформации в процессе деятельности горных предприятий; - показана возможность использования рекультивированных участков для закладки лесных плантаций на техногенных образованиях. Успешно реализована технология плантационного лесовыращивания в Хабаровском крае с использованием потенциала биологических систем. На основании реализованного положительного опыта предложена стратегия восстановления техногенных систем в ДФО, включающая рекогносцировку территорий, подбор участков для посадки лесных культур, закладку пробных лесных участков с переходом к полномасштабному плантационному лесовыращиванию.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Крупская Л.Т., Ковалев А.П., Шугалей И.В., Орлов А.М., Филатова М.Ю. Обоснование биологических методов восстановления защитных функций техногенно загрязненных отходами лесных участков для создания лесных плантаций // Экологическая химия. 2023. Т. 32. № 1. С. 28-40.

## ФОРМИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДВУХКАМЕРНОМ МИКРОБНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ С АКТИВНЫМ ИЛОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

П. В. Желначева, Т. Э. Кулешова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Агрофизический научно-исследовательский институт»  
Санкт-Петербург, Россия  
[office@agrophys.ru](mailto:office@agrophys.ru)

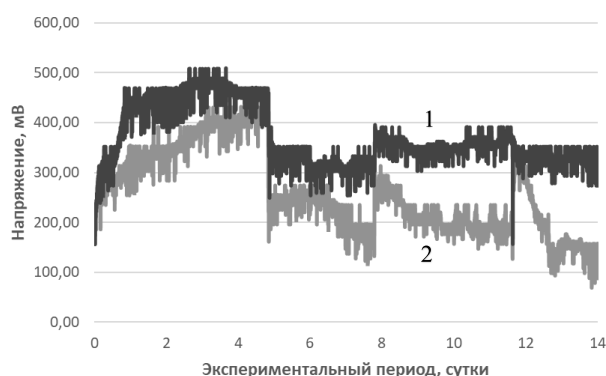
Актуальным направлением биоэнергетики является развитие технологии микробных топливных элементов (МТЭ), в которых химическая энергия преобразуется в электрическую с использованием микроорганизмов в качестве биокатализаторов [1].

Целью данного исследования являлось изучение динамики формирования напряжения в МТЭ на основе активного ила в зависимости от концентрации его питания.

*Материалы и методы.* Конструкция реализованного двухкамерного МТЭ состояла из анодной камеры с активным илом и катодной камеры с дистиллированной водой. Объем обеих камер составлял 100 мл. Анодный и катодный отсеки были соединены солевым мостиком на основе агара с KCl для обеспечения ионной проводимости между ними. В лабораторных условиях питание активного ила моделируется с помощью глюкозы. Были исследованы различные варианты концентрации органического питания: 1) МТЭ1 – 0,1 г глюкозы на л, 2) МТЭ2 – 0,01 г глюкозы на л. Опыт проводили в течении 14 дней, на 5-ый день была подключена внешняя нагрузка в виде сопротивления номиналом 100 кОм. Регистрация генерируемого МТЭ напряжения велась автоматически каждые 15 минут.

*Результаты.* На рис. 1 представлена полученная динамика формирования напряжения в зависимости от концентрации глюкозы. Кривая № 1 соответствует варианту МТЭ1, а кривая

№ 2 ячейке МТЭ2. Максимально полученная разность потенциалов в обеих ячейках составила около 450 мВ. С подключением нагрузки для МТЭ1 среднее значение напряжения составило 335 мВ, а МТЭ2 – 210 мВ.



**Рисунок 1 - Формирование напряжения в двухкамерном МТЭ на основе активного ила**

*Выводы.* Таким образом, показано, что концентрация органического питания влияет на электрогенеративные показатели МТЭ. Так, 10-кратное увеличение концентрации органического вещества приводит к повышению напряжения на 60 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дебабов В.Г. Производство электричества микроорганизмами (обзор) // Микробиология. – 2008. - Т.77, № 2.– С.149–157.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РИЗОБИОФАГА ИЗ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РФ.

М. К. Горбунова<sup>1,2</sup>, А. П. Козлова<sup>1</sup>, М. Л. Румянцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ ВНИИСХМ

Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

[gorbunovamk1@gmail.com](mailto:gorbunovamk1@gmail.com)

Биопрепараты на основе клубеньковых бактерий (ризобии) являются перспективной, экономически выгодной и экологически чистой альтернативой минеральным азотным удобрениям. Ризобии формируют азотфиксирующий симбиоз с растениями семейства Бобовые, в результате которого азот атмосферы становится доступным для живых организмов. Однако в почве плотность популяций ризобий значительно зависит от наличия специфичных к ним бактериофагов (ризобиофаги).

Целью работы являлся анализ биологических свойств (литическая активность, устойчивость к температурам) ризобиофага Б42, выделенного из почв Северо-Западного региона РФ. Спектр литической активности оценивали с использованием 54 природных штаммов клубеньковых бактерий рода *Sinorhizobium* spp. из рабочей коллекции лаборатории генетики и селекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИСХМ. Ризобиофаг Б42 лизировал до 35% штаммов *S. meliloti*, а также 3 из 5 штаммов *S. medicae*, тогда как другие фаги из почв Северо-Западного региона лизировали до 15% штаммов *S. meliloti* и только 1 штамм *S. medicae*. Негативные колонии, образованные изучаемым фагом на указанных штаммах, различались по диаметру (1–4 мм) и прозрачности. Отработка метода двуслойного агара по Адамсу, который используют для анализа фагов, показала, что размер бляшек, сформированных фагом Б42, прямо пропорционально зависел от концентрации агара в верхнем слое. Фагово-микробные взаимодействия оценивали в условиях совместного культивирования в жидкой среде штамма *S. meliloti*, чувствительного к фагу, и изучаемого бактериофага с использованием микропланшетного ридера SpectraMax 190. Установлено, что фаг Б42 вызывал видимый лизис клеток через 5,5 часов после внесения фаговых частиц, тогда как другой охарактеризованный фаг вызывал видимый лизис клеток только через 6 часов, согласно спектрофотометрическим данным.

Проведена оценка температуроустойчивости фага в диапазоне от -45 °С до +45 °С. Установлено, что титр бактериофага достоверно не изменялся при отрицательных значениях температуры, тогда как при увеличении температуры титр бактериофага достоверно снижался. Выявлены критические значения температур для ризобиофага Б42, выделенного из почв Северо-Западного региона; полученные данные представляют интерес для дальнейшей оптимизации методов работы с почвенными бактериофагами.

Таким образом, оценка биологических характеристик ризобиофага Б42 показывает, что для корректной оценки свойств фагов необходимо учитывать условия, к которым фаги адаптированы; кроме того, полученные данные показывают, что изучение биологических характеристик ризобиофагов обуславливает возможность их использования в составе биопрепарата в том или ином регионе, что является одним из перспективных направлений развития экологической биотехнологии.

Работа выполнена при поддержке РНФ 24-26-00274.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОБСКОЙ ГУБЫ В РАЙОНЕ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ

В.А. Леонов<sup>1</sup>, Л.Э. Беллендир<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

<sup>2</sup>АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»  
leonovlad\_24@mail.ru

В современном мире остается актуальна проблема биокоррозии различных материалов за счет жизнедеятельности ассоциации микроорганизмов. Исследование микрофлоры донных отложений Обской губы позволяет оценить потенциал влияния микроорганизмов на долговечность бетонных и железобетонных морских сооружений.

Культуры микроорганизмов были получены со дна Обской губы на глубине 6 метров ниже дна. В дальнейшем эти культуры рассеяны на ГМФ среду (г/л: порошок ГМФ – 30, агар-агар – 15, вода дистиллированная – до 1 л). Из первоначального образца грунта было выделено 5 видов бактериальных культур. Метагеномный анализ показал наличие 5 родов микроорганизмов (*Dietzia* sp., *Planococcus* sp., *Shewanella* sp., *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp.). Для изучения морфологических и физиолого-биохимических свойств выделенных культур проводили микропирование и серию экспериментов по определению отношения к молекулярному кислороду, температуре, NaCl, pH среды. Результаты представлены в таблице.

**Таблица 1. Характеристика микроорганизмов**

Название культуры микроорганизма	Микроскопирование	Отношение к молекулярному кислороду	Отношение к температуре	Отношение к NaCl	Отношение к pH среды
<i>Dietzia</i> sp.	Грамположительные диплококки	Факультативный анаэроб	Мезофил	Морская бактерия	Нейтрофил
<i>Planococcus</i> sp.	Грамположительные кокки	Факультативный анаэроб	Факультативный психрофил	Морская бактерия	Факультативный алкалофил
<i>Bacillus</i> sp.	Грамположительные палочки	Факультативный анаэроб	Термотолерантная бактерия	Галотолерантная бактерия	Факультативный алкалофил
<i>Shewanella</i> sp.	Грамотрицательные палочки	Факультативный анаэроб	Факультативный психрофил	Морская бактерия	Факультативный алкалофил

В дальнейшем эти культуры будут депонированы с целью рекомендаций в качестве тест-культур при выявлении коррозионно-активных микроорганизмов.

## ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ В ГИДРОПОННОМ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ КРЕСС-САЛАТА

Е.М. Эзерина<sup>1</sup>, Т.Э. Кулешова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт  
Санкт-Петербург, Россия  
[lehzerina@yandex.ru](mailto:lehzerina@yandex.ru)

Растительно-микробные топливные элементы являются перспективным источником возобновляемой энергии, производительность которых значительно зависит не только от состава корнеобитаемой среды, световой среды, но и от выбора растительного объекта [1]. Цель данной работы заключалась в изучении динамики формирования разности потенциалов в корнеобитаемой среде различных образцов кресс-салата при их беспочвенном выращивании.

Для возможности дальнейшего внедрения в растениеводство и совмещения процессов производства растительной продукции с получением зеленой энергии растительно-микробной топливный элемент был выполнен на основе широко распространенной в области защищенного грунта технологии проточной гидропоники. Для этого была разработана специальная система электродов, размещаемая в малообъемном аналоге почвы. В качестве фито-тест объектов были выбраны 6 образцов кресс-салата различного происхождения, урожайности и скороспелости из коллекции ВИР: к91, к185, к118, к220, к97, к165. Растения выращивали в контролируемых условиях светокультуры на агробиополигоне ФГБНУ АФИ. Регистрация разности потенциалов осуществлялась каждые 15 минут с помощью контроллера Arduino с момента перестановки рассады на гидропонику (с 8 суток от посева), до окончания вегетации.

Было получено, что динамика формирования разности потенциалов в корнеобитаемой среде исследованных образцов различается. Так, для кресс-салатов к118, к185, к91 наблюдался рост (в среднем на 130 мВ) от начального уровня ~110 мВ, до максимальных ~210 мВ к 20-м суткам от посева с последующей стабилизацией значений. Для образцов к220, к165, к97, рост разности потенциалов заканчивался к 17-18 суткам, а затем наблюдалось постепенное снижение до ~40 мВ. Также, для всех образцов отмечалась полусуточная динамика, связанная с реакцией на смену темновой и световой стадий. Наибольшее среднее значение разности потенциала было зафиксировано для образца к185:  $277 \pm 38$  мВ. По морфологическим показателям, характеризующим урожайность зеленых культур значения для данного образца были средними ( $0,75$  кг/м<sup>2</sup>), по сравнению с другими образцами. Анализ коэффициентов корреляции между морфологическими показателями и средним значением разности потенциалов, показал отсутствие достоверных связей, что согласуется с предыдущими исследованиями биоэлектрогенеза салата [1]. Таким образом, наилучшими электрогенными свойствами обладали образцы к185, а наибольшая урожайность отмечена для кресс-салата к118 ( $1,1$  кг/м<sup>2</sup>). В дальнейшем возможно создание агробиоценозов, характеризующихся комплексом максимальных параметров и по производительности, и по электрогенерации.

Выражаем благодарность Артемьевой А. М. (ФИЦ ВИР), любезно предоставившей образцы семян кресс-салата из коллекции ВИР. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Санкт-Петербургского научного фонда и Российского научного фонда № 23-26-10050.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулешова Т.Э. и др. Биоэлектрохимические системы на основе электроактивности растений и микроорганизмов в корнеобитаемой среде (обзор) / Т.Э. Кулешова, А.С. Галушко, Г.Г. Панова, Е.Н. Волкова, W. Apollon, C. Shuang, S. Sevda // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 54. - № 3. – С. 425-440.

## ИЗУЧЕНИЕ ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ РАСТЕНИЙ *AGROPYRON DESERTORUM*, *ALHAGI PSEUDALHAGI* И *CHENOPODIUM ALBUM*

А.Р. Венедиктова<sup>1</sup>, Ю.К. Родыгина<sup>1</sup>, Д.В. Кудрявцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>ФБГНУ ВНИИСХМ

<sup>1</sup>Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

[venediktova.ar@edu.spbstu.ru](mailto:venediktova.ar@edu.spbstu.ru)

**Актуальность.** Условия минерального питания растений определяется в том числе способностью ассоциативных бактерий повышать доступность труднорастворимых фосфатов. Использование фосфатмобилизирующих штаммов в качестве биоудобрений приводит к увеличению темпов роста и урожайности растений [1].

**Цель исследования** – изучение фосфатмобилизирующих свойств штаммов эпифитных бактерий, выделенных смывами с надземной части (стебли и листья) растений *Agropyron desertorum*, *Alhagi pseudalhagi* и *Chenopodium album*.

**Материалы и методы.** Образцы растений *Ag. desertorum*, *Al. pseudalhagi* и *C. album* получены из Ставропольского и Краснодарского краев. Фосфатмобилизирующую активность изучали на среде Муромцева; состав: глюкоза – 10 г/л, аспарагин – 1 г/л,  $K_2SO_4$  – 0,2 г/л,  $MgSO_4$  – 0,2 г/л, дрожжи – 0,02 г/л, агар – 20 г/л, вода водопроводная – до 1 л с добавлением  $CaCl$  и  $Na_2HPO_4$  непосредственно перед использованием (стерилизация при 0,5 атм 30 мин, pH = 6,8). Работа выполнена по гранту №23-66-10013 «Создание микробиологических препаратов для растениеводства на основе микробиомов засухоустойчивых растений».

**Результаты.** Пять штаммов, выделенных с семян *Ag. desertorum*, обладали средней фосфатмобилизирующей активностью: Г12-1, Г14-1, Э41-1, Г44-2, Г45-2 (рис. Б). Среди эпифитов *Al. pseudalhagi* у пяти штаммов наблюдалась высокая фосфатмобилизирующая активность (Г1-3, Г5-1, Э5-1, К32-2, Г33-2), у пяти – средняя (Г4-1, Г31-3 (рис. А), К31-1, Г32-1, Э34-1, Г35-1). Среди выделенных бактерий с семян *C. album* у 10 штаммов отмечена средняя фосфатмобилизирующая активность: К21-2, Г22-1, К22-1, К24-1, Э52-1, К53-1, К62-1, К63-2, К64-6, К65-2 (рис. В).



**Рисунок 1 – Фосфатмобилизирующая активность штаммов: А – Г31-3; Б – Г45-2; В – К65-2.**

**Выводы.** Отобраны перспективные штаммы, обладающие высокой и средней фосфатмобилизирующей активностью, перспективные для создания биопрепаратов. Проводится дальнейшее изучение физиологических свойств данных штаммов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Порхунцова, О. А. Эффективность применения микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя двурядного ярового типа / О. А. Порхунцова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 111-116.

## БИОКОНТРОЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ *BACILLUS* НА ПЛОДАХ МИНЕОЛЫ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ЗАРАЖЕНИЯ

А.А. Столярова, Е.И. Кипрушкина

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт – Петербург, Россия*  
*[Nasty2003S@yandex.ru](mailto:Nasty2003S@yandex.ru)*

В наше время продовольственная проблема мирового масштаба состоит в неспособности человечества полностью обеспечить себя продуктами питания. При этом, нерационально используются существующие ресурсы. Значительные потери растительной продукции происходят в процессе хранения в результате микробиологической порчи. Для сохранения урожая необходимы безопасные средства защиты. Актуальными направлениями являются меры по сохранению пищевой ценности, поиску эффективных биоконтрольных агентов, обеспечивающих защиту продукции растительного происхождения от болезней и стрессов, с использованием биотехнологий [1].

Целью являлась оценка биоконтрольной активности бациллярных штаммов в условиях модельного эксперимента *in vivo* на плодах минеолы.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовали бациллярные штаммы *Bacillus sp. K-3618* и *Bacillus subtilis Ч-13*, полученные во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии, с концентрацией бактериальной суспензии ( $1 \cdot 10^8$  кл/мл). Инфекционным фоном являлся мицелий фитопатогенного гриба *Penicillium digitatum Sac.* Оценка биоконтрольной активности изучаемых штаммов оценивалась по длительности лаг - фазы тест - культуры и интенсивности поражения объекта исследования возбудителем инфекционного заболевания при температуре 20 °С [2].

**Результаты и их обсуждение.** Бактеризация цитрусовых плодов оказала защитное действие в отношении активного патогена цитрусовых культур (табл.1). Длительность лаг - фазы во всех вариантах опыта продолжительнее. Большой микостатический эффект оказала обработка плодов минеолы бактериальной суспензией *Bacillus subtilis Ч-13*. Биологическая эффективность *Bacillus sp. K-3618* составила 84,8%, а для *Bacillus subtilis Ч-13* 94,4%.

**Таблица 1. Результаты анализа биоконтрольной активности *Bacillus sp. K-3618* и *Bacillus subtilis Ч-13* на плодах минеолы в условиях искусственного заражения *Penicillium digitatum Sac***

Вариант	Длительность лаг-фазы, сут	Биологическая эффективность, %
Контроль	1	-
<i>Bacillus sp. K-3618</i>	5	84,8
<i>Bacillus subtilis Ч-13</i>	12	94,4

**Выводы.** Изучаемые штаммы обладают значимым потенциалом для применения по сохранению плодоовощной продукции и могут быть рекомендованы в качестве продуцентов для дальнейшей разработки микробиологических препаратов защитного действия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кипрушкина Е.И., Колодязная В.С., Чеботарь В.К. Товарное качество и безопасность растительной продукции при применении биологических средств защиты // Доклады РАСХН. 2006. № 2. С. 8–10.
2. Чулкина В. А, Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я. и др. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. профессора Е. Ю. Тороповой. Барнаул. 2017. 210 с.



## ВЫДЕЛЕНИЕ АССОЦИАТИВНОЙ МИКРОФЛОРЫ КОРНЕЙ *STEVIA REBAUDIANA* BERTONI

В.Д. Якушина<sup>1,2</sup>, О.Б. Иванченко<sup>1</sup>, А.С. Галушко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup> Агрофизический научно-исследовательский институт

Санкт Петербург, Россия

[20vikius20@gmail.com](mailto:20vikius20@gmail.com)

Ассоциативные микроорганизмы корней растений представляют собой сложные по таксономическому составу сообщества, взаимодействие которых с растением-хозяином происходит за счет выделения различных органических веществ. Корневые экссудаты растений выступают в роли питательных веществ для микроорганизмов, а также выполняют сигнальную и регуляторную функции [2]. В недавних исследованиях прикорневой микрофлоры стевии представлены данные о влиянии различных родов бактерий на синтез гликозидов и толерантность стевии к стрессам [3]. Так, количественное обилие представителей родов *Labilithrix* и *Muxobacterium* на корнях стевии приводит к стимулированию роста корней, а присутствие бактерий родов *Steroidobacter* и *Chthonomonas* положительно связано с синтезом стевииолигосахаридов [1].

*Цель работы* – выделить ассоциативные бактерии корней стевии, выращенной методом проточной гидропоники на одинарном растворе Кнопа и таком же растворе с добавлением 6 г/л нитрата натрия.

*Методика исследования.* Корни приблизительно одного диаметра, отобранных для исследования растений стевии, помещали в стерильный 0,1 % раствор KCl и проводили трехкратное отмывание с использованием ультразвука в течение 10 минут для последнего отмывного раствора. Далее производили посев по 0,5 мл в жидкие питательные среды Ворошиловой-Диановой с ацетатом натрия (20 мМ) и микроэлементами, в одной из которых NH<sub>4</sub>Cl был заменен на NaNO<sub>3</sub> в эквимолярном количестве по азоту. Культивирование проводили в течение 34 суток с замерами оптической плотности на денситометре DEN-1B «McFarland Densitometer BioSan» при длине волны 565 нм.

*Результаты и их обсуждение.* Рост бактериальных культур на обеих питательных средах, прослеживался до 4 разведения для микроорганизмов, выделенных с растений, выращенных в одинарном растворе Кнопа, и до 8 разведения – для растений, выращенных в питательном растворе с добавлением нитрата натрия.

*Заключение.* Таким образом, добавление в питательный раствор для выращивания стевии нитрата натрия в количестве 6 г/л приводит к формированию более развитой корневой системы и, как следствие, количественному увеличению прикорневой микрофлоры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Sun Y. et al. The recruitment of specific rhizospheric bacteria facilitates *Stevia rebaudiana* salvation under nitrogen and/or water deficit stresses // *Industrial Crops and Products*. – 2022. – Т. 187. – 115-134 pp.
2. Мельничук Т.Н. и др. Ассоциативные бактерии к *Triticum aestivum* L. черноземов южного и обыкновенного // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2018. – №. 4. – С. 88-101
3. Якушина В.Д. и др. Перспективы использования сладких гликозидов *Stevia rebaudiana* Bertoni в пищевой промышленности и возможности применения сообществ, ассоциированных со стевией, для повышения их синтеза // *Сборник материалов XVII Всероссийского форума «Здоровое питание и нутриционная поддержка: медицина, образование, инновационные технологии»*. – 2022. - С. 65-67.

## ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РИЗОСФЕРЕ САЛАТА *LACTUCA SATIVA* L.

З.А. Гасиева<sup>1,2</sup>, Т.Э. Кулешова<sup>2</sup>, О.Б. Иванченко<sup>1</sup>, А.С. Галушко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт

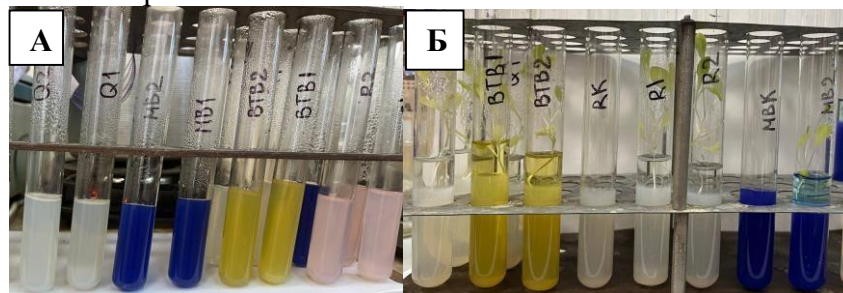
Санкт-Петербург, Россия

[melkii844@gmail.com](mailto:melkii844@gmail.com)

В корнеобитаемой среде растения протекает большое количество окислительно-восстановительных процессов, интенсивность которых тесно связана с формируемыми в прикорневой зоне градиентами электропотенциалов. Целью нашего исследования заключалась в качественной оценке изменения рН и восстановления веществ – индикаторов окислительно-восстановительного потенциала в корнеобитаемой среде растений салата, лишенных поверхностной микрофлоры.

**Материалы и методы.** Семена салата (*Lactuca sativa* L.), обработанные 6-% раствором NaClO помещали в асептических условиях на поверхность пробирок с агаризованной средой Кнопа (15 мл) с внесением рН-индикатора бромтимолового синего (60 мг/л) и индикаторов, окислительно-восстановительного потенциала. В качестве последних индикаторов использовали натриевую соль резазурина (1 мг/л), антрахинон-2,4-дисульфат (0,5 мМ) и метиленовый синий (50 мг/л). При протекании восстановительных процессов в среде метиленовый синий и резазурин обесцвечиваются, а антрахинон окрашивается.

**Результаты исследования.** Результаты культивирования обработанных семян на среде с добавлением индикаторов представлены на рис. 1. По итогам эксперимента, пробирки с резазурином были полностью обесцвечены, что говорит о протекании восстановительных процессов. Бромтимоловый синий в пробирках до начала культивации имел салатный цвет, что указывало на нейтральную ( $\approx 7$ ) рН в среде. Через 28 дней культивации индикатор изменил свой цвет на желтый, что говорит о подкислении среды, снижении рН до 5. Пробирки с метиленовым синим и антрахиноном остались без изменений.



**Рисунок 1 - Результаты культивирования обработанных семян на среде с добавлением индикаторов и ОВ активных веществ (R – среда с резазурином, MB – среда с добавлением метиленового синего, ВТВ – среда с добавлением бромтимолового синего, Q – среда с добавлением антрахинон-2,4-дисульфата). А – пробирки со средой до начала культивирования; Б – 28 день культивирования.**

**Выводы.** В ходе асептического культивирования наблюдается выделение значительного количества органических кислот, которое приводит к снижению рН с нейтрального до слабокислого. Помимо этого, вероятно, в ходе вегетации растений происходит выделение корнями органических веществ способных окисляться, что косвенно подтверждается наблюдаемой реакцией восстановления резазурина.

## ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТЕНИЙ ТОМАТА И ОГУРЦА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ШПИНАТА

К.Ф. Меллати<sup>1</sup>, Т.Э. Кулешова<sup>2</sup>, В.Д. Якушина<sup>1</sup>, З.А. Гасиева<sup>1</sup>, А.С. Галушко<sup>2</sup>, Г.Г. Панова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт

Санкт-Петербург, Россия

[mellati.k@edu.spbstu.ru](mailto:mellati.k@edu.spbstu.ru)

Использование растительных экстрактов как способ снижения дозовой нагрузки химических соединений в сельскохозяйственном производстве становится все более актуальным. Сырье для экстракции очень разнообразно, практически из всех частей растений (корни, стебли, листья, цветы) могут быть изготовлены концентрированные биологически активные вещества – экстракты. В качестве сырья для экстракции широко распространено использование сельскохозяйственных отходов, таких как рисовая солома, солома злаковых, листья и стебли сои; пищевые отходы, такие как луковая шелуха, а также отходы других процессов [1]. Перспективным для экстрагирования биологически активных веществ является выбор растительных непищевых остатков, поскольку очень важно использовать и максимизировать существующие природные ресурсы. Это необходимо для обеспечения малоотходного устойчивого сельскохозяйственного производства.

Цель исследования заключалась в изучении влияния биологически активных экстрактов из отходов сельскохозяйственного производства - листьев, стеблей растений томата и огурца - на основные показатели роста растений шпината.

Объектом исследования был выбран шпинат (*Spinacia oleracea* L.) сорта Крепыш (агрофирма «Поиск»). Материалом для экстракции служили листья и стебли растений томата и огурца, которые были высушены и измельчены до порошкообразного состояния. Экстрагирование дистиллированной водой проводили путем умеренной термической обработки (ноу-хау). Исследованы следующие варианты: 1) К – контроль без обработки, 2) Т – обработка экстрактом из отходов томата, 3) О – обработка экстрактом из отходов огурца, 4) ТО – обработка экстрактом из отходов томата (50 %) и огурца (50 %). Для всех вариантов использовали водное разбавление исходного экстракта в пропорции 1:1000. Метод обработки экстрактом заключался в опрыскивании листовой поверхности растений шпината. Питание растений обеспечивали раствором Кнопа и питательным раствором с увеличенным содержанием азота.

Показано, что некорневая обработка указанными выше экстрактами растений шпината при их выращивании с использованием раствора Кнопа привела к увеличению для вариантов Т, О и ТО высоты растений на 12 %, 22 % и 22 %, массы на 36 %, 54 % и 61 %, площади листьев на 33 %, 72 % и 73 %, соответственно. Для растений, которые поливали раствором с увеличенным содержанием азота, эффект некорневой обработки экстрактами был менее заметен, наблюдалось лишь увеличение относительно контроля высоты растений на 12 % и 20 % при использовании вариантов Т и О, соответственно. Таким образом, при выращивании растений шпината питательный раствор Кнопа оказался более эффективен, чем раствор с повышенным содержанием азота, а некорневая обработка растений способствовала в виде тенденции или достоверному увеличению показателей их роста. Наиболее выраженный эффект отмечался при некорневой обработке растворами экстрактов из отходов огурца и смеси отходов огурца и томата в соотношении 50%:50%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Godlewska K. Plant extracts – importance in sustainable agriculture / K. Godlewska, D. Ronga, I. Michalak // Italian Journal of Agronomy. – 2021. – V. 16. – №. 2. – P. 1851.

## АНАЛИЗ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ *ALHAGI PSEUDALHAGI* ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ БИОПРЕПАРАТОВ

А.А. Воронина, А.Р. Венедиктова, В.Д. Антонова

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>ФБГНУ ВНИИСХМ

Пушкин, Россия

[voronina2.aa@edu.spbstu.ru](mailto:voronina2.aa@edu.spbstu.ru)

**Актуальность.** Создание ростостимулирующих препаратов для растений на основе их бактериального биоценоза – важная задача в условиях изменения климата, истощения гумусных веществ посевных площадей, и необходимости повышения урожайности зерновых культур [1].

**Цель исследования** – изучение свойств штаммов эпифитных бактерий, изолированных из смывов надземной части образцов засухоустойчивого растения – верблюжьей колючки обыкновенной (*Alhagi pseudalhagi*).

**Материалы и методы.** Образцы *Alhagi pseudalhagi* были получены в г. Ставрополе. Для исследования микрофлоры использовался метод смыва с надземной части растений. Рост при различных температурах оценивали при посеве культур на агаризованную среду ГМФ. Исследование способности к синтезу ауксинов проводили на среде R2A с триптофаном (протеазный пептон – 0,5 г / л, гидролизат казеина – 0,5 г / л, глюкоза – 0,5 г / л, крахмал – 0,5 г / л, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,3 г / л, MgSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O – 0,049 г/л, CH<sub>3</sub>(CO)COONa – 0,3 г/л, агар – 20 г / л; рН 7,2). Для количественного определения использовали экспресс-метод, основанный на взаимодействии с реактивом Сальковского [2].

**Результаты.** Из многообразия выделенных эпифитов для дальнейших испытаний на основе теста Сальковского и температурного теста (+ 40 °С) было отобрано 20 штаммов эпифитных бактерий. Эти штаммы продуцировали ауксины в количестве, имеющем потенциал стимулировать рост побегов культурных растений. Четыре штамма: Э1-3, Г3-2; Э3-1; Г5-3 – продуцируют более 70 мг/л индолов. Два штамма: Г32-1 и Г33-2 – продуцируют менее 15 мг/л индолов. Большинство из штаммов содержат от 40 до 60 мг/л индолов. Три штамма (Г1-3, Э3-1, Г5-3) показали активный рост при температуре + 40 °С; один изолят (Г5-3) проявил выраженные термофильные (рост при + 50 °С) свойства.

**Заключение.** В результате работы были выделены 12 бактериальных штаммов, потенциально полезных в области стимуляции роста и повышении урожайности растений, которые могут быть использованы для создания биопрепаратов. Изоляты, способные к активному росту при температуре +40 °С, имеют перспективы для производственного культивирования. Биосинтез индолуксусной кислоты может выступать фактором патогенности, поэтому необходим также анализ бактерий на фитопатогенность.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова Н.В. Таксономическая и функциональная характеристика аэробных мезофильных бактерий-фитосимбионтов: дис. канд. биол. наук: 03.02.03. – ПушГЕНИ, г. Пушкино, 2017. - 156 с.
2. Gordon S.A., Weber R.P. Colorimetric estimation of indole acetic acid // Plant Physiol. 1951. V. 26. P. 192–195.

## ЛИПОЛИТИЧЕСКАЯ И АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ СО СТЕБЛЕЙ И ЛИСТЬЕВ *AGROPYRON DESERTORUM*, *CHENOPODIUM ALBUM* И *ALHAGI PSEUDALHAGI*

Ю.К. Родыгина<sup>1</sup>, Д.С.Афанасова<sup>1</sup>, В.Н. Пищик<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФБГНУ ВНИИСХМ, <sup>2</sup>Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

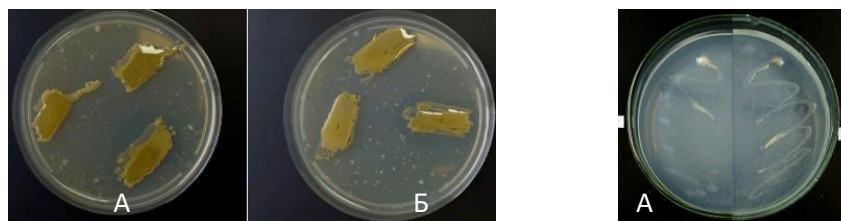
[julia\\_rodygina0209@mail.ru](mailto:julia_rodygina0209@mail.ru)

*Актуальность.* Использование биологических препаратов при выращивании различных сельскохозяйственных культур является звеном в получении различной сельскохозяйственной продукции при низких затратах[1]. Как следствие, поиск и разработка бактериальных препаратов на основе микробиома растений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур являются актуальными задачами.

*Цель исследования.* Изучение липолитических и азотфиксирующих свойств штаммов эпифитных бактерий, выделенных с надземных частей (листья, стебли) растений *Agropyron desertorum*, *Chenopodium album* и *Alhagi pseudalhagi*.

*Материалы и методы.* Работа выполнена по гранту №23-66-10013 «Создание микробиологических препаратов для растениеводства на основе микробиомов засухоустойчивых растений». Образцы растений *Agropyron desertorum*, *Chenopodium album* и *Alhagi pseudalhagi* для выделения эпифитов были получены из Ставропольского края. Штаммы эпифитных бактерий выделены со смывов с надземной части растений (стебли и листья). Изучение липолитической активности проводилось на среде Селибера (рН=8). Азотфиксирующая активность изучалась на среде Эшби (рН=7,37).

*Результаты.* Было выделено по 20 штаммов с надземных частей (листья, стебли) растений. Среди штаммов, выделенных с *Agropyron desertorum*, высокая липолитическая активность отмечена у одного штамма (Г14-1), низкая – у двух штаммов (К11-1, Г44-1). Из выделенных 20 штаммов с *Chenopodium album* лишь один штамм проявил высокую липолитическую активность (К25-1). Среди штаммов, выделенных с *Alhagi pseudalhagi* высокая липолитическая активность отмечена у 2 штаммов (К31-1, Э34-1), низкая – у штаммов (Г4-1, Г5-1, Г5-3, Г34-1), штамм (Г32-1) проявил среднюю липолитическую активность. Штаммы (К31-1, Э34-1) с высокой липолитической активностью были также изучены на азотфиксацию, в которой продемонстрировали высокий результат (рисунок).



Липолитическая активность

Азотфиксирующая активность

**Рисунок 1– Липолитическая и азотфиксирующая активность штаммов К31-1 (А), Э34-1 (Б).**

*Выводы.* Отобраны перспективные штаммы, которые в дальнейшем могут быть использованы для создания бактериальных препаратов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленская Г.М., Мокриков Г.В., Река Ю.В. Эффективность предпосевной обработки семян / Материалы Международной научно-практической конференции.

## АКТИВНАЯ УПАКОВКА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТА ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО

Д.Р. Червоткина, А.В. Абаева

Самарский государственный технический университет  
Самара, Россия  
[dcher02@yandex.ru](mailto:dcher02@yandex.ru)

*Цель* настоящего исследования – получение и изучение свойств упаковки из натуральных ингредиентов на основе экстракта тысячелистника обыкновенного.

*Материалы и методы.* Экстракт тысячелистника обыкновенного готовили с использованием токов СВЧ по методике, описанной в исследовании [1]. Подложку бактериальной целлюлозы (БЦ) вымачивали в 50 мл экстракта в течение 30 мин и измельчали смесь блендером. В химическом стакане вместимостью 200 мл смешивали 2 г альгината натрия, 2 мл глицерина, 20 г смеси экстракта тысячелистника и БЦ, а затем доводили дистиллированной водой до 100 мл. Пленкообразующий раствор перемешивали, гомогенизировали диспергатором и разливали в чашки Петри по  $30 \pm 5$  мл в каждую. Полученные пленки сушили на воздухе. После высушивания измеряли микрометром толщину, а также непрозрачность, влажность, растворимость и паропроницаемость по методикам исследования [2].

*Результаты.* Полученное биоразлагаемое покрытие достаточно прочное, легко принимает форму упаковываемого изделия, имеет бледно-желтый цвет за счет экстракта тысячелистника в структуре и толщину  $134 \pm 2,9$  мкм. Поверхность пленки гладкая и ровная, без пузырьков, неровностей и трещин. Прозрачность упаковки влияет на восприятие продуктов потребителем, однако для продления сроков хранения и замедления процессов окисления необходима непрозрачная упаковка. Полученный образец имеет непрозрачность, равную  $6,25 \pm 0,15$  ед. оптической плотности/мм, что является значением, близким к оптимальному. Влажосодержание отражает способность упаковочных материалов поглощать влагу из окружающей среды. Пленка с экстрактом тысячелистника имеет высокую гигроскопичность ( $23,66 \pm 0,91$  %), что связано с образовавшимися межмолекулярными водородными связями между водой и БЦ. Значение растворимости исследуемого образца получить не удалось, так как он полностью растворился в воде в течение одного часа. Это свидетельствует о полном биоразложении материала и возможности применения такой структуры для создания съедобного покрытия, но при этом ограничивает его использование для продуктов с большой влажностью. Низкая паропроницаемость позволяет продлить сроки годности пищевых продуктов. В данном случае она составила  $3,165 \pm 0,18 \cdot 10^{-10}$  г·м<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>·Па<sup>-1</sup>.

*Заключение.* Экстракт тысячелистника в сочетании с БЦ представляет отличную композицию для создания биоразлагаемых упаковочных материалов. Возможно, что комбинация с другими растительными экстрактами и добавками приумножит их действие.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова А. В. Оптимизация условий получения экстракта *Urtica dioica* L. и изучение его антиоксидантных свойств / А. В. Борисова, Д. Р. Червоткина // Химия растительного сырья – 2024. – № 1. – С. 276-283.
2. Peng Y. Development of tea extracts and chitosan composite films for active packaging materials / Y. Peng, Y. Wu, Y. Li // International Journal of Biological Macromolecules. – 2013. – V. 59. – P. 282-289.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ *PSEUDOMONAS* SP. НА СОЮ СОРТОВ «ЭН АРГЕНТА» И «АЛЯСКА»

А.И. Ковальчук, Ю.В. Косульников, О.Б. Иванченко

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[k.nastya4321@gmail.com](mailto:k.nastya4321@gmail.com)

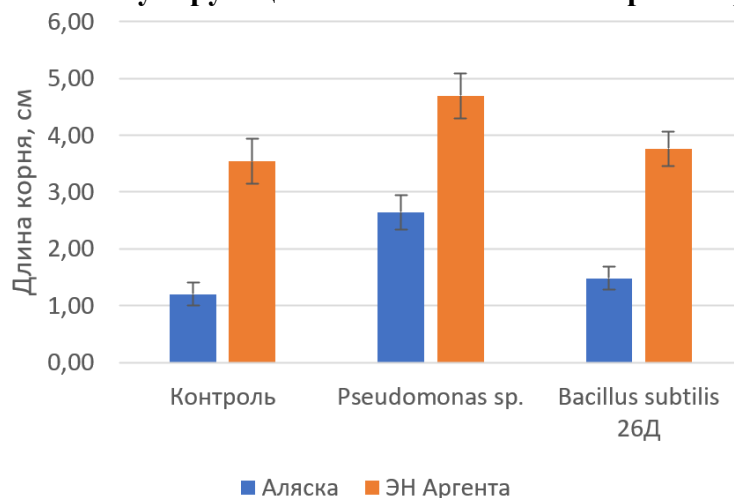
Цель исследования — определение ростостимулирующей активности культуры бактерий, выделенной из ризосферы *Plectranthus verticillatus* и идентифицированной как *Pseudomonas* sp., на растения сои сортов «ЭН Аргента» и «Аляска».

Объектом исследования являлся штамм *Pseudomonas* sp., выделенный из ризосферы *Plectranthus verticillatus*. В качестве референтного штамма был выбран *Bacillus subtilis* шт. 26Д, обладающий высокими ростостимулирующими характеристиками. В качестве модельного тест-объекта использовали семена сои сортов «ЭН Аргента» и «Аляска».

Исследование проводили согласно методике, описанной в работе [1]. Определение ростостимулирующей активности изучаемого штамма проводили путем оценки всхожести и измерения длины корня. Всхожесть определяли подсчетом количества проросших семян.

Всхожесть семян сои сорта «Аляска» при инокуляции суспензией *Pseudomonas* sp. увеличивалась на 22,5 % в сравнении с контрольным образцом, в то время как штамм *Bacillus subtilis* 26Д понижал ее на 7,5%. Оба штамма повышали всхожесть семян сорта «ЭН Аргента» на 5%. Результаты определения ростостимулирующей активности представлены на рисунке 1.

**Рисунок 1 - Ростостимулирующее влияние штаммов на рост корней сои**



По результатам проведенного исследования можно заключить, что обработка семян сои сортов «ЭН Аргента» и «Аляска» штаммом *Pseudomonas* sp. приводит к повышению всхожести и увеличению длины корня инокулированных растений по сравнению с контрольным вариантом и вариантом с обработкой семян культурой *Bacillus subtilis* шт. 26Д.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова, М. Н. Ростостимулирующая активность ассоциативных ризобактерий *Pseudomonas pseudoalcaligenes* и *Bacillus subtilis* / М. Н. Артамонова, А. С. Алексеева, Н. И. Потатуркина-Нестерова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 637.

## ВЛИЯНИЕ СУСПЕНЗИИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *SCENEDESMUS SP. MEUYEN* НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН АМАРАНТА

В.А. Ладкина, Т.А. Кузнецова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[ladkina.va@edu.spbstu.ru](mailto:ladkina.va@edu.spbstu.ru)

**Актуальность.** Микроводоросли *Scenedesmus*, способны стимулировать прорастание семян, так как они продуцируют в большом количестве индольные (ауксины) и фенольных соединения, стероиды, гибберелиновые вещества, соединения с цитокининовой активностью [1]. **Цель работы** – определение оптимальной концентрации микроводорослей *Scenedesmus* для стимулирования прорастания семян амаранта.

**Методика исследования.** Микроводоросли *Scenedesmus sp.* Меуен штамм IPPAS C-44 [2] культивировали в лабораторном биореакторе [3] до фазы замедленного роста. Для проращивания использовались семена *Amaranthus hypochondriacus* сорта Рубин 2023 года созревания. Проращивание семян (50 шт. в варианте) проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной суспензией микроводорослей разной концентрации, в шести вариантах от 2,1 до 40,0 млн. клеток на мл. Разбавление суспензии проводили водопроводной водой. Контроль – семена, проращивали в воде. Оценка прорастания семян проводилась на 3 и 7 сутки.

**Результаты и их обсуждение.** При концентрации микроводоросли в суспензии 7,3 млн. клеток на мл происходит максимальное увеличение всхожести семян (81,3 %), на 16,9 % по сравнению с контролем. Увеличение концентрации микроводорослей приводит к снижению этого показателя. Длина проростка на 7 сутки прорастания достоверно увеличивается при влиянии суспензии микроводорослей в концентрациях 13,1 – 20,8 млн. клеток на мл и достигает  $1,50 \pm 0,06$  см (контроль –  $0,50 \pm 0,05$  см). Длина корня достоверно увеличивается при влиянии микроводорослей в концентрации 7,3 – 13,1 млн. клеток на мл. и достигает  $1,30 \pm 0,05$  см (контроль –  $0,80 \pm 0,07$  см). Для вариантов с концентрацией микроводорослей от 4,0 до 40,0 млн. клеток на мл наблюдается достоверное прямо пропорциональное увеличение показателя отношения длины побега к длине корня.

**Вывод.** Таким образом, отмечено стимулирующее влияние микроводорослей *Scenedesmus sp.* Меуен (штамм IPPAS C-44) на прорастание семян *Amaranthus hypochondriacus* сорта Рубин в концентрациях от 7,3 до 20,8 млн. клеток на мл.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шалыго, Н.В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение // Наука и инновации / Н.В Шлыго. – 2019. – №3 (193). – С. 10-12.
2. Синетова, М.А. Каталог коллекции культур микроводорослей IPPAS (ИФР РАН им. К.А.Тимирязева) [Электронный ресурс] / М.А. Синетова, А.Ю. Козлова, А.Г. Маркелова, И.П. Маслова. – 2017. Режим доступа: (9.10.2023).
3. Ладкина В.А., Кузнецова Т.А. Выбор среды культивирования для наращивания биомассы *Scenedesmus* / В. А. Ладкина, Т.А. Кузнецова // Сборник конференции молодых ученых «Политех наукам о жизни» 24 – 27 октября 2023 года. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 129.



## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Ю.Р. Ермилова, Е.Ю. Аракелян, И.А. Панкина

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[ermilova.yur@edu.spbstu.ru](mailto:ermilova.yur@edu.spbstu.ru)*

Одной из основных задач современной агробиотехнологии является повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистемы. Сохранение плодородия почв остается одной из важнейших задач. Существует большое множество очень много факторов, влияющих на состояние почвы. Но в любом случае почва остается важным ресурсом для населения. Используя ресурсы почв, люди могут вести сельскохозяйственную деятельность. На пашнях и полях выращиваются растительные продукты питания. Также в них нуждаются и растительоядные животные. От экологичности их пищи будет зависеть качество продукции животного происхождения. В настоящее время существует очень много факторов, указывающих на состояние почвы. К важнейшим из них относятся физические и физико-химические свойства почвы – гранулометрический состав почв, влагоемкость, рН и минеральный состав почв, содержание и состав органического вещества в почвах и др. В настоящей работе исследовали гранулометрический состав почвы, который является одним из важнейших и входит во все мировые базы данных по агротехнологиям [1]. Также определяли влагоемкость, которая характеризует способность почв вмещать и удерживать в себе определенное количество влаги.

Необходимо было установить состав почвы и её влагоемкость в соответствии с данными, нормируемыми ГОСТ 27593-88 и ГОСТ 28268-89 соответственно.

Из литературных источников известно, что существует множество способов определения гранулометрического состава: седиментационный анализ, ареометрический анализ, метод лазерной дифрактометрии и др. Для реализации всех этих методов необходимо использовать специальное оборудование, однако существуют более простые методы. В настоящей работе для изучения гранулометрического состава использовали так называемый мокрый способ. Почву увлажняли небольшим количеством дистиллированной воды, скатывали из нее небольшой шарик, затем пробовали раскатать жгутик диаметром 3 мм. По результатам исследования выявили, что исследуемый образец почвы является легким суглинком. Из литературных данных известно, что суглинки – хорошо дренируемые и воздухопроницаемые почвы, содержат достаточное количество органических и минеральных веществ, доступных для растений [2]. Поэтому наиболее пригодны для возделывания культур, районированных в отдельно взятом регионе нашей страны.

Для определения влагоемкости взвешивали пустой мерный цилиндр и наполовину заполненный почвой. После чего добавляли в сосуд дистиллированной воды до уровня почв в цилиндре. После того, как вода пропитала всю почву, дали стечь излишней влаге и снова взвесили цилиндр. По результатам исследования рассчитали, что влагоемкость почвы равна 37,83 %. Этот показатель входит в интервал от 30 до 40, следовательно, влагоемкость оценивается, как хорошая.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Химический анализ почв: Учеб. пособие/ Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. - СПб., Издательство С.-Петербургского университета. 1995. – 264 с.
2. Фаляхов И.И. Сельскохозяйственные технологии: Учебное пособие / И.И. Фаляхов. – Елабуга: Изд-во ЕИ(Ф) К(П)ФУ, 2015. – 111 с.

## АНАЛИЗ АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ РАСТЕНИЙ *AGROPYRON DESERTORUM*, *ALHAGI PSEUDALHAGI* И *CHENOPodium ALBUM*

В.Д. Антонова<sup>1</sup>, Д.В. Кудрявцев<sup>2</sup>, О.А. Борцова<sup>2</sup>, В.Н. Пищик<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup> Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФБГНУ ВНИИСХМ, <sup>2</sup> Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

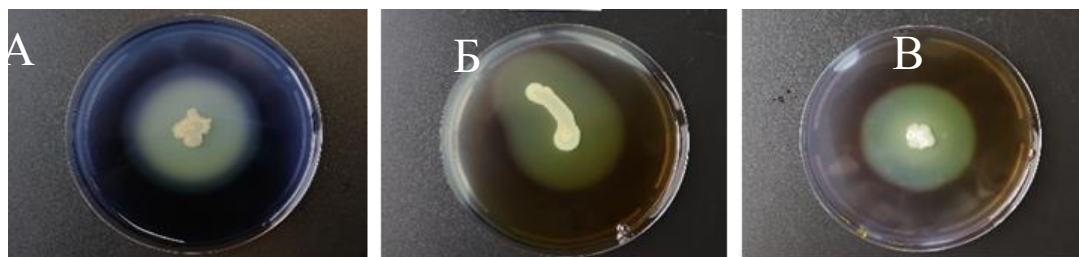
[antonova.vd@edu.spbstu.ru](mailto:antonova.vd@edu.spbstu.ru)

**Актуальность.** Эпифитные бактерии играют ключевую роль во взаимодействии растений с окружающей средой, а их амилолитическая активность может оказывать влияние на обмен веществ в растениях. В ряде научных работ было показано, что наличие амилолитических штаммов положительно влияет на рост растений, поскольку эти штаммы продуцируют амилолитические ферменты, которые могут расщеплять крахмал, ключевой компонент роста растений [1].

**Цель исследования** – изучение амилолитических свойств штаммов эпифитных бактерий, изолированных из надземной части растений *Agropyron desertorum*, *Alhagi pseudalhagi* и *Chenopodium album*.

**Материалы и методы.** Работа выполнена по гранту №23-66-10013 «Создание микробиологических препаратов для растениеводства на основе микробиомов засухоустойчивых растений». Образцы растений *Agropyron desertorum*, *Chenopodium album* и *Alhagi pseudalhagi* для выделения эпифитов были получены из Ставропольского края. Штаммы эпифитных бактерий выделены со смывов с надземной части растений (стебли и листья). Изучение амилолитической активности проводилось на крахмалосодержащей среде при pH=7.

**Результаты.** Пять штаммов (К11-1, Э12-1, К14-1, Г15-1, Э45-1), выделенных с семян *Agropyron desertorum*, обладали выраженной амилолитической активностью. Также один штамм (Э15-1) имел среднюю амилолитическую активность и три штамма (Г13-1, К13-2, К42-1) – низкую. Среди эпифитов *Alhagi pseudalhagi* только у штамма (Г5-3) наблюдалась высокая амилолитическая активность, у одного штамма (Г5-3) – средняя, и еще у двух штаммов (Э2-2г, Г32-1) – низкая активность. Среди эпифитов *Chenopodium album* только 1 штамм (Г54-2) показал выраженную амилолитическую активность и 1 штамм (К51-1) слабую (Рис.)



**Рисунок 1** – Амилолитическая активность штаммов К11-1 (А), Г54-2 (Б), Г5-3 (В).

**Выводы.** Потенциально данные штаммы могут быть полезны для разработки биопрепаратов в области сельского хозяйства и защиты растений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева Т.В., Егорова М.А., Киреева Н.А. Анализ амилолитической активности эпифитных бактерий растений *Agropyron desertorum*, *Alhagi pseudalhagi* и *Chenopodium album* // Микробиология. – 2015. – Т. 84. – № 2. – С. 199-205.

## АНАЛИЗ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ ЗЕРНА *TRITICUM TIMORHEEVII* И *AEGILOPS SPELTOIDES* ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОСТСТимулирующих И ЗАЩИТНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ ПШЕНИЦЫ

Д.С. Афанасова<sup>1</sup>, Д.В. Кудрявцев<sup>2</sup>, О.А. Борцова<sup>2</sup>, В.Н. Пищик<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>1</sup>Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФБГНУ ВНИИСХМ

<sup>2</sup>Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

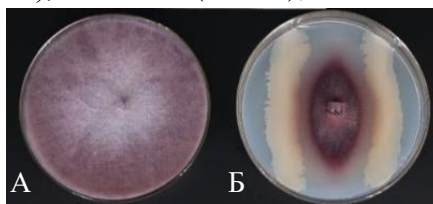
[afanasova.ds@edu.spbstu.ru](mailto:afanasova.ds@edu.spbstu.ru)

**Актуальность.** Разработка и использование бактериальных препаратов на основе микробиома растений является актуальной задачей в условиях изменения климата, и потребности сельского хозяйства в повышении продуктивности зерновых культур, в том числе мягкой пшеницы [1].

**Цель исследования** – изучение свойств штаммов эпифитных бактерий, изолированных из семян *Ae. speltoides* Tausch и *T. timopheevii* Zhuk.

**Материалы и методы.** Семена *Ae. speltoides* и *T. timopheevii* были получены из коллекции ВИР им. Вавилова. *Ae. speltoides* (к-1015, к-2280, к-3256; страны происхождения – Афганистан, Турция и Ирак соответственно), *T. timopheevii* (к-29556; страна происхождения – Грузия). Изучение антифунгальной активности проводилось по методу роста встречных культур. Фосфатмобилизующую активность изучали на среде Муромцева, амилолитическую активность на крахмалосодержащей среде, способность к синтезу индолов на среде R2A с триптофаном с добавлением реактива Сальковского, рост при различных температурах оценивали при посеве культур на агаризованную среду ГМФ.

**Результаты.** Было выделено 55 штаммов эпифитных бактерий. Среди них 11 штаммов продуцировали индолы, 1 штамм проявил среднюю фосфатмобилизующую активность, 16 штаммов – низкую. Высокая амилолитическая активность отмечена у трех штаммов (Э-7-К-7, Э-30-К-8, Т-Л-1), низкая – у 27 штаммов. 2 штамма (Э-30-К-8, Т-Л-1) обладали высокой антифунгальной активностью. 10 штаммов обладали термофильными свойствами (рост при +50 °С). 12 изученных изолятов обладали ростстимулирующей активностью (стимулировали рост корней пшеницы на 14 – 145 %). Наибольшая эффективность была отмечена у штаммов Э-26-К-2 (127 %), Э-30-Л-4 (126 %), Э-30-Л-7 (129 %), Э-30-Э-1 (103 %), Т-К-1 (145 %) (рис.).



**Рисунок 1** – Антифунгальная активность штамма Э-30-К-8 по отношению к *Fusarium oxysporum*: А – контроль; Б – Э-30-К-8

**Выводы.** Отобраны 19 перспективных штаммов, обладающих ценными агрономическими свойствами, перспективные для создания биопрепаратов. Проводится их определение по методу 16S rRNA.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Grover M. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses / Grover M., Ali S.Z., Sandhya V. // World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2011. –P. 1231 – 1240.

## ВЛИЯНИЕ 2-АМИНО-4-МЕТИЛ-6-ПЕРФОРГЕКСИЛПИРИМИДИНА НА КЛЕТКИ БАКТЕРИИ *BACILLUS SUBTILIS*

**Чжао Фан, О.Б. Иванченко**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[1726662602z@gmail.com](mailto:1726662602z@gmail.com)*

Гетероциклические и плотные аналоговые молекулы, содержащие пиримидиновые кольца, обладают широким спектром фармакологических эффектов, включая противоопухолевое, противогрибковое, анти-ВИЧ и противовоспалительное действие [1]. Поскольку атомы фтора обладают способностью влиять на химические и физико-химические свойства молекул и их стабильность. Поэтому его применяют для создания новых материалов с целым рядом ценных свойств. Синтезированы и изучены производные пиримидина, содержащие высоко реакционноспособные атомы фтора в четных положениях гетероциклических колец. Среди них были синтезированы 6-перфторзамещенных производных 1,3-диазина с большим количеством перфторированных звеньев. Для создания новых продуктов с уникальными свойствами, помимо инертных перфторированных заместителей, они содержат в структуре также 2-позиционные функциональные группы (для пиримидинов) [2].

В данной работе для оценки антибактериальной активности в отношении штамма *Bacillus subtilis*, являющегося грамположительным представителем бактерий, выбрано новое полифторзамещенное соединение 2-амино-4-метил-6-перфторгексилпиримидин [3]. В качестве растворителя использовали ДМСО. Исследование проводили методом посева на плотную питательную среду используя диско-диффузную модификацию [4].

Полученные результаты представлены в таблице.

**Таблица 1. Ингибирование роста клеток *Bacillus subtilis***

Вещество	Концентрация, мг/мл			
	5	10	25	50
Зона ингибиции роста, мм				
С6F13-Ру-2-NH2	17±0,13	12±0,09	5±0,08	4±0,06
ДМСО (контроль)	0			

По результатам эксперимента следует, что ингибирующее действие исследуемого вещества на рост клеток *Bacillus subtilis* уменьшается с увеличением его концентрации, максимальное значение получено при концентрации 5 мг/мл и составило 17,00±0,13 мм.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Чжао П. Успехи в изучении пиримидиновых соединений с противоопухолевой активностью / П. Чжао, В. Юй, А. Дуань // Журнал фармации. – 2012. – № 47 (5). – С. 580–587.
2. Попова Л.М., Гинак А.И. Циклоконденсация несимметричных перфторалкилзамещенных β-дикетоннов с мочевиной, тиомочевиной и гуанидином // Журнал органической химии. – 2008. – № 44 (4). – С. 494–499.
3. Попова Л. М. Фторзамещенные пиримидины. Получение и свойства: Монография / Л.М. Попова. – Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2021. – 146 с.
4. Иванченко О.Б., Попова Л.М., Никитина А.М., Цырульникова А.С., Вершилов С.В. Биотестирование в системе экологического мониторинга: оценка безопасности производных канифоли // Экологическая химия. – 2022. – № 31 (1). – С. 25–33.

## ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЮ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

Д.А. Головкина<sup>1,2</sup>, Е.В. Журишкина<sup>1,2</sup>, И.М. Лапина<sup>1,2</sup>, А.А. Кульминская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> НИЦ «Курчатовский институт»

<sup>2</sup> Курчатовский геномный центр

ПИАФ, Гатчина, Россия

[golovkina\\_da@nrci.nrcki.ru](mailto:golovkina_da@nrci.nrcki.ru)

Тенденция к использованию экологически чистых материалов и технологий в различных сферах жизни в последнее время становится все более популярной. В области гражданского строительства распространяется интерес к внедрению микробно-индуцированного осаждения карбоната кальция в процесс уплотнения почвы. Главным образом, его привлекательность обусловлена простотой и природоориентированностью [1]. В связи с ростом уровня благосостояния в промышленно развитых странах увеличивается объем отходов производства. Переработка органических отходов путем внедрения в технологию биостабилизации почвы может повысить оборот утилизации промышленного мусора. Так, армирование грунта натуральными волокнами имеет потенциал по сравнению с традиционными методами благодаря экологичности и экономической эффективности.

*Цель исследования* – внедрение органических отходов на нескольких этапах технологии уплотнения грунта с помощью бактерий.

*Результаты.* На первой стадии, для культивирования микроорганизмов, стандартные компоненты питательной среды (пептон и дрожжевой экстракт) заменили на экстракт из отработанных пивных дрожжей (среда ВУ). Концентрация биомассы бактериальных штаммов увеличилась в 1,5 раза по сравнению с контрольной средой LB. Уреазная активность штаммов *B. subtilis* K51 и *B. subtilis* 168 при росте на среде ВУ значительно увеличилась по сравнению с контрольной, в то время как у штаммов *B. cereus* 4b и *M. luteus* 6 показатели активности были сопоставимы на обеих средах. На второй стадии эксперимента для дополнительного армирования почвы были добавлены целлюлозосодержащие отходы нескольких производств (измельченная макулатура, опилки и льняная костра). Добавление макулатуры в почву, обработанную с помощью бактерий, увеличило показатели прочности в 2 раза и содержания карбоната кальция в 1,5 раза по сравнению с образцом почвы без добавок.

*Заключение.* Использование органических отходов на нескольких стадиях технологии уплотнения почвы увеличило эффективность процесса в нескольких раз [2].

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

### ЛИТЕРАТУРА

1. Liu, B. Bio-Mediated Method for Improving Surface Erosion Resistance of Clayey Soils / B.Liu, Y.H. Xie, C.S. Tang, X.H. Pan, et al // Engineering Geology, 2021. – V. 293. – P. 106295.
2. Golovkina, D.A. Integration of Organic Waste for Soil Stabilization through MICP / D.A.Golovkina, E.V. Zhurishkina, A.D. Filippova, A.E. Baranchikov, I.M. Lapina, A.A. Kulminskaya // Applied Science, 2024. – V.14. – P. 62.

## БИОТЕХНОЛОГИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В АКВАКУЛЬТУРЕ

О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков,  
Е.В. Шахова

*Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия*  
*mezenova@klgtu.ru, svetlana.agafonova@klgtu.ru; nataliya.mezenova@klgtu.ru;*  
*natalya.kalinina@klgtu.ru; vladimir.volkov@klgtu.ru; lampetra\_777@mail.ru*

Современное кормопроизводство в качестве источника протеина традиционно используют рыбную и мясокостную кормовую муку, растительные белки. Перспективным источником животного протеина в комбикормах для ценных рыб в аквакультуре (лососевые, форелевые) являются гидролизаты вторичного рыбного и хитинсодержащего сырья.

Целью исследования являлась оценка протеинового потенциала продуктов глубокого гидролиза копченых рыбных голов и головогруды камчатских крабов и северных креветок, утилизируемых в пищевых технологиях. Данное сырье из-за высокой минерализации, коптильных компонентов и содержания хитина практически не перерабатывается.

В работе был изучен химический состав данного сырья, показано наличие протеина на уровне 15–21 % [1, 2]. Для перевода протеинового компонента в усвояемое состояние измельченное сырье подвергали ферментативному и высокотемпературному гидролизу в водной среде под давлением по технологии КГТУ [3]. После фракционирования гидролизатов и их сушки получали две протеинсодержащие добавки, в которых были изучены общий химический состав, фракционно-молекулярное распределение и аминокислотный состав белков. Содержание белка в водорастворимой добавке составляло от 63,8 % до 67,5 % в зависимости от вида сырья и способа гидролиза, при этом молекулярная масса 87–92% пептидных молекул в добавках колебалась в пределах 5–10 кДа. В сравнительных биологических экспериментах по введению водорастворимых добавок в состав комбикормов молоди сига и радужной форели в количестве 5 % взамен рыбной муки был получен достоверный прирост морфометрических и гематологических показателей опытных рыб относительно контрольных.

Полученные результаты свидетельствуют о рациональности использования протеинового потенциала вторичных рыбных и хитинсодержащих ресурсов в кормовых технологиях после модификации данного сырья с применением методов биотехнологии [3].

Исследования выполнены в рамках государственного задания Роскомрыболовства: «Получение биологически активных веществ из побочных и недовостребованных водных биологических ресурсов для рыбоводных и технических целей» (Рег. № 122030900082-3).

### ЛИТЕРАТУРА

1 Мезенова О.Я. Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования // Известия КГТУ. – 2023. – № 69. – С. 74–88. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88.

2 Потенциал вторичных ресурсов камчатского краба как технологически ценного сырья / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, Е.В. Суровцева, К.К. Верещагина, А.В. Милованов // Пищевая промышленность. – 2019. – Т. 4, № 4. – С. 30–36.

3 Оценка биопотенциала вторичного крабового сырья и продуктов его гидролиза для использования в аквабиотехнологии / О.Я. Мезенова, С.Н. Максимова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Й.-Т. Мерзель // Вестник МАХ. – 2023. – № 3. – С. 44–53. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-3-44-52.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛИПИДОВ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ СУБСТРАТА ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА БЕЛКОВ И ПОЛИГИДРОКСИАЛКАНОАТОВ

О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина,  
В.В. Волков, Е.Г. Киселев, Н.О. Жила

*Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия  
Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук –  
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИБФ СО РАН)  
[mezenova@klgtu.ru](mailto:mezenova@klgtu.ru)*

Актуальность использования жира вторичного рыбного сырья обусловлена его природной высокой биологической ценностью. Рыбные отходы, как правило, имеют повышенную жирность и поэтому являются перспективным источником жира и содержащихся в нем биологически активных веществ, прежде всего, полиненасыщенных жирных кислот. Целесообразно применять такой жир в пищевых и кормовых технологиях, но существенной проблемой является его нестойкость в хранении, высокая склонность к нежелательным гидролитическим и окислительным процессам. Жир вторичного рыбного сырья перспективно направлять в качестве источника углерода для микробного синтеза продуктов биотехнологии — белковых масс и полигидроксиалканоатов (биоразлагаемых полимеров).

Целью работы являлось изучение качества и биологической ценности жира, выделенного термическим способом из отходов рыбопереработки Калининградской области - голов копченой кильки и свежей скумбрии, внутренностей судака. В рыбных жирах установлены: кислотное число (7,6–12,3 мг КОН/г жира), перекисное число (5,1–25,7 ммоль акт. кислорода/кг), йодное число (129,2–148,7 г йода/100 г жира), число омыления (185,1–201,3 мг КОН/г жира), содержание неомыляемых веществ (0,91–3,12 %) и примесей нежирового характера (0,77–2,12 %), анизидиновое число (2,8–15,4 у.е.), тиобарбитуровое число (0,26–1,61 ед.опт.пл.); массовая доля влаги (0,28–0,81 %). Исследование состава жирных кислот (ЖК) показало, что содержание ненасыщенных ЖК составляет 66,3–73,7 %; полиненасыщенных ЖК 21,7–38,5 %; длинноцепочечных ЖК 17,9–47,3 %; длинноцепочечных полиненасыщенных ЖК класса омега 3 (эйкозапентаеновой ЖК 6,26–12,31 % и докозагексаеновой ЖК 6,67–25,02 %). Полученные данные свидетельствуют о ценном биопотенциале жира.

Полученные рыбные жиры успешно апробированы в качестве источника углеродного субстрата для биотехнологического синтеза белковой биомассы или «зеленых» биопластиков – микробных полигидроксиалканоатов. На полной среде синтезирована высокобелковая биомасса с содержанием «сырого» белка и белка не менее 70 и 50 % соответственно с полным набором аминокислот, включая незаменимые. При лимитированном росте бактерий по азоту получены высокие (до 60–70 %) выходы полигидроксиалканоатов [1, 2].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-64-10007.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Zhila N.O., Kiselev E.G., Volkov V.V., Mezenova O.Ya., Sapozhnikova K.Yu., Shishatskaya E.I., Volova T.G. Properties of degradable polyhydroxyalkanoates synthesized from new waster fish oils (WFO) // Int. J. Mol. Sci. – 2023. – Vol. 24 (16). – P. 1–18.
2. Zhila N.O., Volkov V.V., Mezenova O.Ya., Kiselev E.G., Volova T.G. Waste Fish Oil is a Promising Substrate for the Synthesis of Target Products of Biotechnology // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2023. – Vol. 16 (3). – P. 386–397.

# **ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**



## ОБ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МАССОПЕРЕНОСА В БИОРЕАКТОРАХ

Р.Ш. Абиев

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[abiev.rufat@gmail.com](mailto:abiev.rufat@gmail.com)*

В биореакторах значительная доля процессов сопряжена с необходимостью высокоэффективного растворения газа в культуральной жидкости. Зачастую именно скорость массопереноса газа в жидкость является лимитирующей стадией, определяющей технико-экономические показатели процесса в целом и используемого для него реакторного оборудования. Из теории газожидкостных реакторов [1], основанной на теории турбулентного переноса, известно, что основным фактором, влияющим как на удельную поверхность контакта фаз, так и на поверхностный коэффициент массопереноса, является удельная скорость диссипации энергии  $\varepsilon$ , представляющая собой отношение диссипируемой в жидкости энергии на единицу объема или массы.

Согласно традиционной классификации [2], принято различать три группы биореакторов (ферментаторов) по способу ввода энергии в аппарат: 1) газовой фазой; 2) жидкой фазой; 3) газовой и жидкой фазами (комбинированные).

Анализ конструкций аппаратов, представленных в [2], показывает, что газовая или жидкая фаза в действительности лишь носители энергии, а ее источниками являются компрессоры, насосы либо мешалки или их комбинация.

Выполненные нами расчеты показывают существенную неравномерность распределения удельной скорости диссипации энергии по объему большинства типов биореакторов. Например, в барботажном колонном ферментаторе в зоне вблизи барботера  $\varepsilon_{loc} = 1000-5000$  Вт/кг (в зависимости от типа барботера), а в среднем в объеме колонны  $\varepsilon_{av} = 4-5$  Вт/кг. Таким образом, коэффициент неравномерности распределения энергии в таком аппарате составляет от 250 до 1000. В ферментаторах с механическими перемешивающими устройствами ситуация еще хуже: в зоне мешалки, составляющей всего 0,73% от общего объема,  $\varepsilon_{loc}$  в 34 раза выше среднего уровня  $\varepsilon_{av}$ , тогда как в 82,5% объема  $\varepsilon_{loc}/\varepsilon_{av} < 0,25$ , а в 53,5% объема  $\varepsilon_{loc}/\varepsilon_{av} < 0,08$ .

Эти данные демонстрируют крайне неблагоприятную гидродинамическую обстановку в известных типах биореакторов. В работе показано, как высокий уровень неравномерности распределения  $\varepsilon_{loc}$  приводит к локализации зоны активного массопереноса, и, как следствие, к ограничениям роста биомассы. Обсуждаются результаты анализа особенностей массопереноса в нескольких видах ферментаторов и общие подходы к интенсификации процесса с учетом потребления растворенного в жидкости газа микроорганизмами.

*Исследование финансировалось Министерством науки и высшего образования Республики Казахстана. Грант BR18574143 «Разработка и внедрение технологии очистки подземных вод и обеспечение населения и животных аграрного предприятия питьевой водой»*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. Л.: Машиностр., 1976. 214 с.
2. Виестур У.Э., Кузнецов А.М., Савенков В.В. Системы ферментации. Рига: Зинатне, 1986. 174 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЯ ИЗ РАПСОВОГО МАСЛА

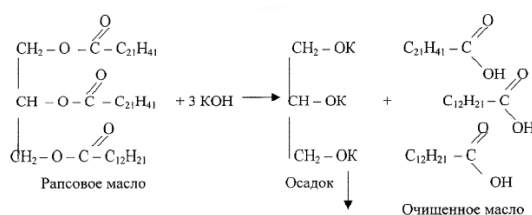
Е.С. Евстигнеева, Д.А. Смирнова

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)  
Санкт-Петербург, Россия  
[evstigneeva76@mail.ru](mailto:evstigneeva76@mail.ru)*

Биодизель является полноценным аналогом среди прочих альтернатив, потому что может использоваться во всех дизельных двигателях. В качестве сырья для биодизеля может выступать животный жир или растительные масла. В России в большинстве случаев используют рапсовое масло, так как оно имеет максимальный выход биотоплива. Еще одним преимуществом биотоплива является высокий уровень экологичности. Использование этого вида горючего позволяет устранить в выхлопах до 80% диоксида углерода, а также полностью - серные диоксиды, благодаря чему отсутствует характерный запах. Через 3 недели биодизель полностью разлагается при попадании в воду или почву, не нанося вред окружающей среде. Кроме этого, он обладает высоким цетановым числом, не ниже 51, и хорошими смазывающими свойствами.

Сложностью в использовании биодизеля является кратковременный срок хранения, он составляет всего 3 месяца. Кроме того, этот вид топлива проявляет свойства растворителя и, как следствие, оказывает агрессивное воздействие на резиновые детали двигателя, а высокая вязкость не позволяет использовать его в холодное время года.

Производство биотоплива на основе рапсового масла для дизельных двигателей включает в себя 3 этапа: нейтрализацию жирных кислот рапсового масла, отделение выпавшего осадка, смешивание очищенного рапсового масла с дизельным топливом. Этот способ отличается тем, что для нейтрализации жирных кислот рапсового масла используют 20%-ный раствор едкого кали в количестве 0,25% от объема рапсового масла, а очищенное рапсовое масло смешивают с дизельным топливом в соотношении 2,5:1 соответственно (рисунок 1).[1]



**Рисунок 1 - Схема нейтрализации жирных кислот при производстве биодизеля**

Данная топливная смесь по энергетическим показателям не уступает минеральному дизельному топливу, поэтому ее использование является экономически целесообразным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2393209 Российская Федерация, МПК С11L 3/04 (2006.01). Способ производства биотоплива на основе рапсового масла для дизельных автотракторных двигателей : № 2008140024/13 : заявл. 08.10.2008 : опубл. 27.06.2010 / Селиванов Н. И., Санников Д. А., Доржиев А. А. - 5 с.

## МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГАЗОВОГО СОСТАВА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ДРОЖЖАМИ ПРИ МЕТАБОЛИЗАЦИИ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ, ОБЛУЧАЕМЫХ СВЕТОМ С РАЗЛИЧНЫМ СПЕКТРОМ

А.Ю. Елисеев<sup>1,2</sup>, Т.Э. Кулешова<sup>1</sup>, Ю.А. Титов<sup>3</sup>, А.Г. Кузьмин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>3</sup>Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, Россия

[7b.eliseev.tis61@gmail.com](mailto:7b.eliseev.tis61@gmail.com)

**Цель:** изучить особенности формирования изотопного состава метаболитов газовой фазы при метаболизации водорастворимых соединений листьев растений дрожжами и облучении светом различного спектрального диапазона.

Растения с разными путями связывания углерода отличаются особенностями состава метаболитов. Эволюционно растения приспособились к использованию разных участков спектров света для фотосинтеза, однако наиболее эффективен красный и синий свет. Гетеротрофные организмы, использующие углеводы в качестве источника энергии при дыхании или брожении также могут изменять изотопный состав углерода, однако у дрожжей, как типичных представителей гетеротрофов, фоторецепторные системы в видимом диапазоне света отсутствуют, поэтому их использованием в качестве продуцентов метаболитов газовой среды при взаимодействии с растительными метаболитами может быть использованы в качестве альтернативной системы при изучении влияния различного спектрального состава света на физиолого-биохимические процессы в растениях [1].

**Материалы и методы исследования:** вырезки листьев амаранта и пшеницы, на которых проводились многочисленные надрезы нижней части листа, после чего они помещались в 20% суспензию *Saccharomyces cerevisiae* в камеру для исследования газового состава. В ходе эксперимента поддерживалась постоянная температура, но изменялся спектральный состав. Отбор газовой фазы проводили герметичным шприцем. Изотопный состав газовой фазы изучали на квадрупольном масс-спектрометре.

**Результаты и обсуждение:** изменение изотопного состава газовой фазы у пшеницы, как представителя СЗ растения не изменялось при синем и красном свете, обеспечивающем фотосинтез, но изменялось при облучении зеленым светом, не участвующем в фотосинтезе, что может указывать на преимущественное фракционирование изотопов углерода дрожжами. При аналогичных условиях и облучении красным светом амаранта, наблюдалось заметное изменение изотопного состава газовой фазы, как и в варианте с зеленым светом, но в большей степени с красным, что позволяет дифференцировать особенности метаболических путей и изотопного фракционирования для представителей растений с разными путями ассимиляции углерода с использованием светонезависимых гетеротрофов – дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в качестве простейших метаболизаторов для исследования изотопного состава.

**Выводы:** показана возможность использования гетеротрофов *Saccharomyces cerevisiae* в качестве светонезависимого метаболизатора для изучения изотопного состава газовой фазы при изучении влияния спектрального состава света на фотосинтезирующие организмы с разными путями ассимиляции углерода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеев А.Ю., Плотников О.И., Т.Э. Кулешова, Ю.В. Хомяков, Е.С. Павлова, Н.Р. Галль. Измерение изотопного состава углерода <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C при метаболизации тростниковой сахарозы *saccharomyces cerevisiae* // Материалы IV Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 646-649.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ *CHLORELLA VULGARIS*

А.А. Балабаев, М.А. Никандров, Ю.Г. Базарнова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[balabaev\\_aa@spbstu.ru](mailto:balabaev_aa@spbstu.ru)*

**Аннотация:** Антиоксидантная активность биомолекул отражает их способность ингибировать свободно радикальные процессы в клетках организма и замедлять процессы, вызванные повреждением клеточных мембран. Повреждение клеточных мембран активными радикалами кислорода приводят к окислительному стрессу и вызывают различные заболевания, такие как рак, диабет и сердечно-сосудистые заболевания. В статье содержатся результаты экспериментальных исследований антиоксидантной активности (АОА) фотосинтетических пигментов, выделенных из сухой биомассы *Chlorella vulgaris*.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись экстракты фотосинтетических пигментов, выделенных из биомассы *Chlorella vulgaris* штаммов *BIN* и *Beijer* по методике [1]. Гетерогенную смесь фракционировали на делительной воронке. Для нейтрализации остатков щелочи гексановую фракцию дважды промывали дистиллированной водой, а спиртовую фазу нейтрализовывали разбавленной соляной кислотой. Полученные экстракты упаривали на ротационном испарителе ПЭ-8920 при 27 °С и давлении  $5 \times 10^{-2}$  бар. Полученный сухой остаток растворяли в этиловом спирте из расчета массовой концентрации пигментов 5 мг/мл.

Для определения АОА полученных образцов пигментов использовали метод DPPH [2]. Для этого к 5 мл этанольного раствора DPPH с концентрацией  $5 \times 10^{-5}$  М приливали 50 мкл исследуемого препарата и выдерживали в герметично закрытой посуде в течение 30 мин. Далее определяли процент ингибирования окраски раствора DPPH на спектрофотометре Shimadzu UV-1280 при длине волны 517 нм (табл. 1). Процент ингибирования рассчитывали по формуле, представленной авторами [3].

**Таблица 1. Значения АОА полученных препаратов фотосинтетических пигментов**

Наименование экстракта	Процент ингибирования раствора DPPH, %
Экстракт каротиноидов	10,9 ± 0,4
Экстракт хлорофиллов	14,3 ± 0,4
Экстракт суммарных пигментов	23,8 ± 0,3

**Заключение.** По результатам проведенных исследований выявлена высокая ингибирующая способность хлорофиллов и каротиноидов, связанная с большим количеством ненасыщенных связей в молекулах. Однако, для повышения АОА препарата и увеличения сроков хранения рекомендуется добавить кратно меньшее количество витамина Е.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова, Ю. Г. Влияние освещенности на кинетику роста и накопление хлорофилла в биомассе *Chlorella vulgaris* / Ю. Г. Базарнова, А. А. Балабаев, А. О. Медведева и др. // Бутлеровские сообщения. – 2023 – Т.73. – № 1. – С.92-100.
2. Яшин А. Я. Методология определения антиоксидантной активности пищевых продуктов и биологических жидкостей //Аналитика. – 2021. – Т. 11. – №. 5. – С. 370-385.
3. Мальцева Е. М. Антиоксидантная и антирадикальная активность *in vitro* экстрактов травы *sanguisorba officinalisl*, собранной в различные фазы развития //Медицина в Кузбассе. – 2017. – №. 2. – С. 32-38.

## ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* ШТ. S21 В СОСТАВЕ БАЦИЛЛЯРНЫХ ПРЕПАРАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ «АДГЕЗИВ-БИО» ОТ ООО «ЭКОС БИОПРЕПАРАТЫ»

К.С. Глушкова, Ю.В. Косильников

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*  
*Санкт-Петербург, Россия*  
[vsbtipt@spbstu.ru](mailto:vsbtipt@spbstu.ru)

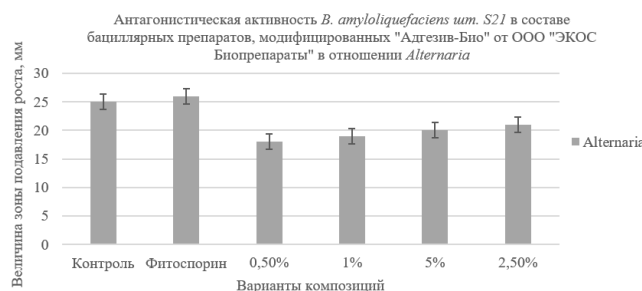
Одной из наиболее актуальных проблем является защита растений от фитопатогенов. Микробные биопрепараты являются альтернативой химическим пестицидам в сельскохозяйственном производстве. Для обеспечения лучшей адгезии бактерий на семенах применяют специальные композиции на основе водорастворимых полимеров, полисахаридов и ПАВов, например, препарат «Адгезив-Био» от ООО «ЭКОС Биопрепараты».

*Цель работы* – определение влияния препарата «Адгезив-Био» от ООО «ЭКОС Биопрепараты» на фунгицидную активность бациллярного препарата. В качестве контроля №1 выступал биопрепарат без добавления препарата «Адгезив-Био», в качестве контроля №2 - коммерческий биофунгицид Фитоспорин.

*Методика исследований.* Фунгицидную активность *B. amyloliquefaciens* шт. S21 определяли посредством измерения диаметра зон подавления роста фитопатогенного гриба вокруг лунок в агаре, в которую вносилась бактериальная культура. Исследования проводились по общепринятым методикам [1].

*Результаты и их обсуждение.* Было показано, что с ростом концентрации препарата «Адгезив-Био» в растворе микробного биопрепарата фунгицидная активность бацилл снижается, что выражается в уменьшении зон подавления гриба.

Результат определения влияния «Адгезив-Био» на фунгицидную активность препарата в отношении гриба *Alternaria* представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Фунгицидная активность *B. amyloliquefaciens* шт. S21 в отношении гриба *Alternaria***

*Заключение.* Было установлено, что добавление препарата «Адгезив-Био» снижает фунгицидную активность *B. amyloliquefaciens* шт. S21 в отношении фитопатогенного гриба *Alternaria* - возбудителя болезни растений альтернариоза. При этом самая низкая активность была определена у варианта с добавлением «Адгезив-Био» в концентрации 0,5%. Соответственно, необходимы дальнейшие исследования влияния технологических добавок в биопрепараты, в частности, различных растекателей и прилипателей на биологическую активность штаммов биопрепаратов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Voznyakovskaya Yu. M. Mikroflora rastenii i urozhai [Microflora of plants and the harvest]. Leningrad. Kolos. 1969. P. 174–175.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЦИДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Д.А. Гущин, Е.С. Белокурова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

[maripozzza2077@gmail.com](mailto:maripozzza2077@gmail.com)

*Введение.* Одна из главных задач современной лакокрасочной промышленности – увеличение сроков эксплуатации готовых изделий и повышение их устойчивости к воздействию микроорганизмами. В настоящее время для этих целей широко используются различные химические агенты, которые носят общее название – биоциды. Изучение степени ингибирования микробиологической активности биоцидов является актуальным вопросом для оценки их эффективности [1].

*Целью работы* является исследование эффективности четырех биоцидов в составе базовой водно-дисперсионной краски.

*Методика исследования.* Исследование экспериментальных образцов, на биоцидную активность проводили в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 15457:2022 «Краски и лаки. Лабораторный метод определения эффективности пленочных биоцидов в покрытии против грибов» [2].

Материалом для нашего исследования являлись экспериментальные образцы на основе базовой водно-дисперсионной краски с использованием биоцидов. Принятые в работе обозначения: Образец 1 изготовлен с использованием биоцида йодопропинилбутилкарбамата (IPBC), Образец 2 с использованием биоцида октилизотиазолинона (OIT), Образец 3 с использованием биоцида дихлорооктиизотиазолинона (DCOIT), Образец 4 с использованием смеси биоцидов IPBC и OIT.

Тестовой культурой был выбран штамм *Asp. niger RCAM 02334*. При выборе штамма руководствовались литературными источниками и нормативно-технической документацией [1,2].

*Результаты и их обсуждения.* Полученные данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты определения биоцидной активности исследуемых образцов**

Номер образца	Уровень поражения, балл, средний	Зона задержки роста, мм, средняя
Образец 1	0	2
Образец 2	0	0
Образец 3	0	0
Образец 4	0	0

*Заключение.* Результаты экспериментальных исследований, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что Образец 1, изготовленный с использованием IPBC не только ингибирует рост *Asp. niger*, по сравнению с другими опытными образцами, а также препятствует дальнейшему развитию плесневого гриба. Это означает то, что он обладает лучшими биоцидными свойствами из всех представленных образцов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Копылова Т. И., Гузий С. Г. Оценка стойкости водно-дисперсионных красок по отношению к плесневым грибам рода *Aspergillus* // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. – № 1 (252). – С. 208–216.

2. SIST EN 15457:2022. Paints and varnishes - Laboratory method for testing the efficacy of film preservatives in a coating against fungi. Switzerland, International Organization for Standardization, – 2022. – 13 pp.

## ВНЕДРЕНИЕ БЕСПЛЕНОЧНЫХ ФИЛЬТРОВ ДООЧИСТКИ НА МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ С. ГОРОДЕЧНОЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Н.А. Дудник, В.Н. Волкова

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт  
Владивосток, Россия  
[dudnik.na@dvfu.ru](mailto:dudnik.na@dvfu.ru)*

В России стратегической целью национального проекта «Демография», является «увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни, снижение уровня смертности, укрепление общественного здоровья». В различных регионах Российской Федерации колебания медико-демографических показателей носят неоднозначный характер, что определяется совокупностью средовых компонентов. В связи с неравномерным изменением параметров среды обитания особенно актуально изучение факторов риска с учетом региональных особенностей отдельных территории. Среда обитания и здоровье населения - многопараметрические, тесно связанные между собой объекты. Изменение внешних условий, вызванные естественными процессами или антропогенным вмешательством, неизбежно отражается на процессах жизнеобеспечения, часто приводя к сокращению продолжительности здоровой жизни и преждевременной смерти. Результаты исследований [1, 2] позволили определить проблемы формирования популяционного здоровья в зависимости от экологических факторов, требующие особого внимания и своевременного принятия мер для их решения. Определена актуальность направления работы и рассмотрены вопросы особенностей очистки сточных вод от биогенных элементов, дана оценка современных технологий и технических средств, используемых для удаления биогенных элементов из воды. Предложены новые технологии биохимической доочистки на основе создания биологически активной среды с использованием беспленочных медленных фильтров с улучшенными технологическими свойствами.

В водных объектах загрязняющие вещества поддаются преобразованиям, в результате которых они могут накапливаться, обмениваться, распадаться, минерализоваться в абиотических и биотических процессах, полимеризоваться с образованием связанных остатков. Очистка стоков от биогенных элементов является непростым технологическим процессом, эта проблема всегда усугубляется наличием в этих водах дополнительных загрязняющих веществ, а также дополнительной нагрузкой на очистные сооружения [3].

Рассчитана эффективность очистки сточных с применением беспленочного фильтра при производительности очистных сооружений 100 куб. м/сут. Эффективность доочистки по аммонии составила 80 %, по фосфатам 70 %. Для ещё более улучшенной работы биофильтра необходима его модификация.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Forat, Ya. A. An overview of electro-Fenton technology for organic wastewater treatment: optimal conditions and electrodes selection / Ya. A. Forat // Azerbaijan Chemical Journal. – 2023. – No. 3. – P. 70-82. – DOI 10.32737/0005-2531-2023-3-70-82. – EDN BEEFYG.
2. Профилактика неинфекционных заболеваний: от изучения факторов риска до национальных программ / Р.А. Потемкина, Л.А. Мыльникова, Н.Н. Камынина, О.А. Пивоварова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65, № 5. – С. 440-446. – DOI 10.47470/0044-197X-2021-65-5-440-446. – EDN TCCZAS.
3. Volkova V., Golovin V. Cleaning of wastewater on a filmless slow filter. Ecology and Industry of Russia. 2021. No 25(6), С. 15-19.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ И ПРЕПАРАТА «АДГЕЗИВ БИО» В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКО-БАЦИЛЛЯРНЫХ БИОИНСЕКТИЦИДОВ

В.В. Иванов<sup>1</sup>, Ю.В. Косильников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Всероссийский институт защиты растений

Санкт-Петербург, Россия

[ivanovb.vv@edu.spbstu.ru](mailto:ivanovb.vv@edu.spbstu.ru)

Мико-бациллярные биоинсектициды на основе энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* и грибов *Beauveria bassiana* привлекают особое внимание как перспективные инструменты для контроля насекомых-вредителей. Для более широкого внедрения в сельскохозяйственную практику необходимо обеспечить их длительное хранение на фоне сохранения высоких технологических характеристик, в частности, необходимого уровня дисперсности для возможности применения препарата посредством опрыскивания через форсунки [1]. Данное требование к свойствам мико-бациллярных биопрепаратов может не соблюдаться ввиду разрастания мицелия гриба при длительном хранении.

*Цель исследования:* Изучение влияния различных концентраций лимонной кислоты и препарата «Адгезив БИО» от компании «ЭКОС Биопрепараты» в качестве средства стабилизации мико-бациллярной композиции на основе энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* и грибов *Beauveria bassiana*.

*Материалы и методы:* в качестве стабилизирующих компонентов были исследованы смеси лимонной кислоты в концентрациях от 0,05% до 0,4% и препарата «Адгезив-Био» от компании ООО «Экос» в концентрациях от 0,5% до 2,0%. Модифицированные микробные препараты закладывались на хранение. Спустя один месяц определялся титр образцов, не образовавших разросшегося мицелия гриба. Титры грибного компонента данных вариантов представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Титры грибного компонента вариантов мико-бациллярных композиций**

Грамм на литр	Степень разведения	контроль	1.0   5	1.0   10	1.0   20
КОЕ в 1 миллилитре культуры	102	∞	202	121	67
	103	196	62	20	7
	104	33	5	2	1
	105	9	1	0	0

В результате проведенного исследования были определены оптимальные концентрации лимонной кислоты и препарата «Адгезив БИО» компании «ЭКОС Биопрепараты», обеспечивающие эффективную стабилизацию мико-бациллярной композиции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Raymond B. Cloyd, Philip A. Arnold, Michael E. Rogers. (2001). "Comparative Efficacy and Persistence of *Beauveria bassiana* and *Mycoinsecticides* for the Control of Greenhouse Arthropod Pests." *Journal of Economic Entomology*, V - 94, I - 2, P - 408–416.



## МИКРОБИОТА ДОННЫХ ОСАДКОВ СОЛЁНЫХ ОЗЁР

Д.А. Самусик, А.В. Канарский

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
г. Казань, Россия  
[d.a.sam@mail.ru](mailto:d.a.sam@mail.ru)

**Введение.** В последние десятилетия особый интерес для учёных представляют микроорганизмы, способные к существованию в экстремальных условиях среды. Обусловлен он прежде всего уникальными свойствами их ферментов и метаболитов. Например, экзополисахариды, продуцируемые психрофильными (то есть устойчивыми к низким температурам) морскими бактериями *Colwellia psychrerythraea*, обладают антифризными свойствами; *Vacillus acidicola*, кислотоустойчивый микроорганизм, синтезирует  $\alpha$ -амилазу, которая действует при значении pH 4,0 и применяется в крахмальной промышленности. Перспективным источником для получения новых биотехнологических продуктов являются и галофилы – микроорганизмы, обитающие в условиях засоленности среды, – поскольку известно, что они являются продуцентами различных ферментов (липаз, лакказ), пигментов и биополимеров, а некоторые из них – деструкторами ксенобиотиков [1].

**Цель работы** заключалась в выделении галофильных микроорганизмов из донного осадка озера Котлар (Астраханская область) и озера Мормышанское (Алтайский край) и описании их морфологии.

**Материалы и методы.** Для получения накопительных культур галофильных микроорганизмов 10 г образца донных осадков солёных озёр вносили в конические колбы объёмом 750 мл, содержащими 200 мл среды состава, указанного в [2], в следующей модификации (г/л): 250 – NaCl; 20 –  $MgSO_4 \times 7H_2O$ ; 3 – цитрат натрия; 2 – KCl; 1 – пептон; 1 – дрожжевой экстракт. Культивирование проводили в орбитальном шейкере (180 об/мин) в течение 9 дней при температуре 37 °С. Полученные накопительные культуры последовательно десятикратно разводили, из 5 и 6 разведения высевали по 0,2 мл на чашки Петри, содержащие агаризованную среду того же состава. Выделенные колонии микроскопировали.

**Результаты.** Обнаружено, что в донном осадке озера Котлар содержались два вида микроорганизмов: располагающиеся одиночно, в виде букв «V» или «Y», реже – попарно длинные палочки, образующие мелкие жёлтые колонии; и располагающиеся одиночно, реже – попарно очень короткие с закруглёнными концами палочки, образующие точечные красные колонии. В донном осадке озера Мормышанское содержался один вид микроорганизмов – располагающиеся попарно, в виде виноградных гроздей, реже – в небольшие цепочки кокки, образующие мелкие серо-жёлтые колонии. В дальнейшем планируется идентифицировать микроорганизмы, изучить их биохимические свойства, а также выяснить химическую природу пигментов и возможность использования их в промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Deosthali C. Extremophiles: Applications and Adaptive Strategies / C. Deosthali, D. Sajwani // International Journal for Research Trends and Innovation. – 2022. – Vol. 6, Iss. 6. – P. 378–390.

Выделение перспективных продуцентов каротиноидов из гиперсоленого озера / Д. Р. Шистерова, Е. Д. Королева, А. А. Панкова, Д. Ю. Побережный // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35, № 12 (247). – С. 158–160.

# **ПРАКТИЧЕСКАЯ НУТРИЦИОЛОГИЯ**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *THYMUS SERPYLLUM* И *LA VANDULA ANGUSTIFOLIA*

Иван Кожик<sup>1,\*</sup>, Томислав Тости<sup>2</sup>, Саша Джурович<sup>3,4</sup>, Мэйсун Абу Ганем<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Инновационный центр химического факультета  
Белград, Сербия

<sup>2</sup>Институт химии, технологии и металлургии

<sup>3</sup>Институт общей и физической химии  
Белград, Сербия

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[julia\\_rodigina0209@mail.ru](mailto:julia_rodigina0209@mail.ru)

*Thymus serpyllum* L (тимьян обыкновенный) - растение рода *Thymus*, родом из Средиземноморского региона. Известно, что эфирное масло *Thymus serpyllum* обладает антиоксидантным и антимикробным эффектом. Кроме того, доказано, что эфирное масло *Thymus serpyllum* обладает анальгетическим, антисептическим, диуретическим, эмменагогическим и стимулирующим эффектом. *Lavandula angustifolia* - растение из рода *Lamiaceae*, известно своими лечебными свойствами и применимо в лечении ряда заболеваний, таких как: желудочно-кишечные, неврологические и ревматические.

**Цель работы:** изучение химического состава образцов эфирных масел *Thymus serpyllum* и *Lavandula angustifolia*

**Материалы и методы:** Образцы эфирных масел были приобретены в магазинах здорового питания в г. Белград. Органические соединения определялись методом ГХ-МС, а макро- и микроэлементы анализировались методом ICP-OES.

**Результаты и их обсуждения:** Результаты показывают, что состав эфирного масла *Lavandula angustifolia* содержит больше соединений по сравнению с эфирным маслом *Thymus serpyllum*. Самыми распространёнными соединениями в эфирном масле *Lavandula angustifolia* были: линалоол (56,40 %), эвкалиптол (18,68 %) и эндо-борнеол (13,89 %), в то время как в эфирном масле *Thymus serpyllum* содержится тимол (38,88 %), β-бисаболен (7,25 %), гермакрен D (6,94 %) и транс-кариофиллен (6,72 %). Самые распространённые микроэлементы в эфирном масле *Lavandula angustifolia* - Cr (10,055 мг/кг), Fe (5,985 мг/кг), Ni (2,175 мг/кг) и Cu (0,139 мг/кг), в случае эфирного масла *Thymus serpyllum* - Cr (24,674 мг/кг), Fe (20,451 мг/кг), Ni (10,291 мг/кг) и Cu (1,236 мг/кг). Также были проанализированы токсичные и канцерогенные микроэлементы. Мышьак не был обнаружен в обоих образцах эфирного масла. Высокие концентрации кадмия обнаружены в эфирном масле *Lavandula angustifolia*, большое количество свинца обнаружено в эфирном масле *Thymus serpyllum*.

**Заключение.** Химический анализ показывает высокое разнообразие в химическом составе двух видов эфирных масел.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Da Porto C., Decorti C., Kikic I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. *Food Chemistry*, 112, 1072-1078.
2. Duke J.A. (1989). *Handbook of medicinal herbs*. Boca Raton, USA: CRC Press.
3. Evandri M.G., Battinelli L., Daniele C., Mastrangelo S., Bolle P., Mazzanti G. (2005). The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay. *Food and Clinical Toxicology*, 43, 1381-1387.

## ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЯСНОГО ФАРША

А.Т. Васюкова, Р.А. Эдварс

*Российский биотехнологический университет*

*Москва, Россия*

*[vasyukova-at@yandex.ru](mailto:vasyukova-at@yandex.ru)*

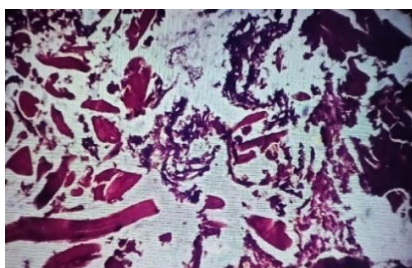
Качество выпускаемой продукции предприятиями пищевой промышленности и общественного питания всегда вызывало пристальное внимание общественности и контролирующих органов. Особый интерес представляют изделия из мясного или рыбного фарша, так как используемое сырье для их изготовления достаточно дорогостоящее, а фальсификация фаршей все более разнообразна и требует постоянного контроля. Относится это и к свойствам мышечной ткани, ее свежести, различным добавкам, обеспечивающим структуру, функционально-технологические свойства, адгезию, вкусо-ароматические данные

*Цель исследований* – определение влияния наполнителей на структуру мясного фарша.

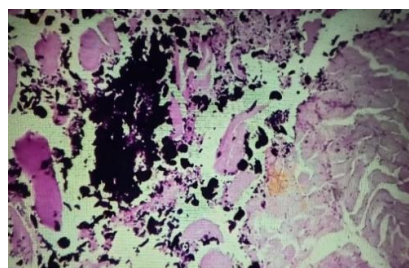
*Материалы и методы исследования.* Объектами являлись свиной и говяжий фарш с добавками хлеба и репчатого лука. Гистологические исследования проведены по Ван Гизону с окрашиванием ШИК-реакции. Микропрепараты получены с использованием микроскопа Olympus CX31RTSF и программы ADF Image Capture 4.7.

*Результаты исследования.* Полученные препараты позволяют визуально оценить степень измельчения мышечной ткани говядины (рис. 1а) и свинины (рис. 1б).

По интенсивности окраски мышечных волокон отчетливо видно темные вишневые и светло-розовые ткани, принадлежащие соответствующим видам животных; голубые измельченные включения – соединительная ткань; темные включения – измельченный хлеб и светло-серые – лук репчатый сырой.



а



б

**Рисунок 1 – Гистологические исследования говяжьего (а) и свиного (б) фарша с добавлением пшеничного хлеба из муки 2 сорта и свежего репчатого лука**

Установлено, что степень измельчения говядины более интенсивная по сравнению со свининой. В говяжьем фарше отмечается большее количество измельченной соединительной ткани. Хлеб в обоих образцах в виде темных включений, недостаточно распределенных по всему объему, что показывает о неравномерном перемешивании или недостаточном его замачивании при введении в фарш.

*Заключение.* Гистологические исследования говяжьего и свиного фарша с растительными добавками могут быть использованы в качестве методов контроля качества полуфабрикатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Васюкова А.Т. Технологическое использование и пищевая ценность мяса /А.Т. Васюкова //Агропромышленные технологии Центральной России. 2016. - № 1 (1). - С.19-26.

## ВЛИЯНИЕ ВИДА СЫРЬЯ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕННЫХ СОКОВ

А.Т. Васюкова<sup>1</sup>, М. Talbi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский биотехнологический университет

<sup>2</sup>Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского  
Москва, Россия  
[vasyukova-at@yandex.ru](mailto:vasyukova-at@yandex.ru)

Мониторинг потребления безалкогольных напитков населением России в течение 2011-2023 годов показывает незначительный рост по отдельным группам: соки, нектары, соки для детского питания, с 2013 года составляет от 0,4 до 0,6 % от общего выпуска пищевой продукции страны. Максимальный объем выпуска безалкогольной продукции приходится на 2015 г. и динамика производства по данным ФСГС, оценки INFOline составляет 4,9 %. Фруктово-ягодное растительное сырье является сезонным и сохранение его ресурсов в требуемом для питания населения объеме и качестве имеет важное значение. Производство соковой продукции на основе безотходной технологии переработки фруктово-ягодного сырья с получением экстрактов, порошков, пюре и на их основе непрерывное изготовление функциональных напитков из восстановленных соков очень важно.

*Цель исследований* – определение влияния свойств сырья на качество напитков.

*Объекты и методы.* Объектами являлись образцы напитков, приготовленные на основе восстановленных соков из порошков брусники и жимолости (образец 1) (PP2); образец 2 – купаж из порошков малины, жимолости, облепихи, брусники и голубики (p1) (табл. 1). Свободные аминокислоты и антиоксидантную активность образцов напитков определяли спектрофотометрическим методом, полифенольные соединения – хроматографическим.

*Результаты исследования.* Разработанные рецептуры напитков на основе переработки свежего и замороженного фруктово-ягодного сырья, получение экстрактов, порошков и пюре, а также изготовление плодово-ягодных прохладительных напитков ягодной основе позволили расширить ассортимент данной группы пищевых продуктов. Разработанные образцы обогащены полифенольными соединениями, витамином С, свободными аминокислотами и имеют повышенную антиоксидантную активность по сравнению с контролем (рец. № 1042, 1045 и 1046 Сборника, 1982 г.).

**Таблица 1. Зависимость антиоксидантной активности напитков на основе восстановленных соков от видов используемого сырья**

Показатели	Образец 1 (PP2)		Образец 2 (P1)	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Фенольные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	714	1042	2216	3982
Антоцианы, мг/дм <sup>3</sup>	258	437	719	1338
Флавоноиды, мг/дм <sup>3</sup>	1,32	2,41	34,27	41,6
Витамин С, мг/дм <sup>3</sup>	5,2	13,4	32,3	56,8
Свободные аминокислоты, мг/дм <sup>3</sup>	342	457	542	638
Антиоксидантная активность, ммоль/дм <sup>3</sup>	9,2	18,4	22,1	38,4

*Заключение.* Проведенные исследования позволяют использовать предлагаемые напитки для специализированного питания детей и других питающихся в соответствии с назначением.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Современные тенденции развития специализированного питания. Монография /Васюкова А.Т., Эдварс Р.А., Васюков М.В. – Русаинс, 2023. – 101 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕБИОТИКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧЕНЬЯ ИЗ ОВСЯНЫХ ХЛОПЬЕВ БЕЗ ГЛЮТЕНА

А.Д. Головачев, Е.В. Трухина

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[golovachev.ad@edu.spbstu.ru](mailto:golovachev.ad@edu.spbstu.ru)*

Пребиотиками – это пищевые компоненты, неперевариваемые верхними отделами желудочно-кишечного тракта, но ферментируемые микрофлорой в толстом кишечнике человека и повышающие её биологическую активность. Одним из пребиотических компонентов являются пищевые волокна, рекомендуемый уровень потребления которых составляет 20–25 г. или 10 г/1000 ккал в сутки [1]. Псиллиум (шелуха семян подорожника овального) может использоваться как функциональный ингредиент, обогащающий продукты питания пищевыми волокнами, содержание которых может достигать 89 %. Преобладание растворимой фракции пищевых волокон обуславливает гелеобразующие свойства псиллиума. Овсяная мука, как один из наиболее доступных видов альтернативной муки, может считаться безглютеновой только в том случае, если она произведена из отдельно выращенного овса, не попавшего под «перекрестное загрязнение» другими злаками.

*Цель исследования.* Разработка рецептуры и технологии печенья из безглютеновых овсяных хлопьев с добавлением псиллиума.

*Материалы и методы.* В качестве источника пищевых волокон и стабилизатора в рецептуре овсяного печенья использовался псиллиум. Овсяная мука была получена из безглютеновых овсяных хлопьев производителя «Сташевское», что подтверждено актуальным сертификатом о соответствии продукции категории «без глютена». Помимо этого, в рецептуру входили: масло подсолнечное рафинированное, изюм измельченный, вода питьевая, разрыхлитель теста, корица, соль и сахар. Для контрольного образца разработана рецептура «классического» овсяного печенья с добавлением пшеничной муки. После приготовления образцов проведена органолептическая оценка по ГОСТ 5897, показатели качества овсяного печенья соответствовали ГОСТ 24901. В образцах печенья определены массовая доля влаги по ГОСТ 5900 и удельный объем (плотность) по ГОСТ 15810.

*Результаты и выводы.* Изделие из безглютеновых хлопьев с псиллиумом имело характерные для овсяного печенья органолептические характеристики. В сравнении с контрольным образцом «классического» овсяного печенья разработанный образец обладал: менее приторным вкусом и имел более пышную структуру; меньшую массовую долю влаги (4,5%) и плотность (0,71 г/см<sup>3</sup>), чем «классическое» печенье (7,3% и 0,77 г/см<sup>3</sup>). Уменьшение массовой доли влаги потенциально может увеличить срок хранения и оказать положительное влияние на кинетику черствения [2]. Уменьшение показателя плотности при добавлении псиллиума объясняет более пышную структуру печенья, что можно отнести к положительному эффекту. Полученные результаты говорят о перспективности использования псиллиума для производства кондитерских изделий из несодержащей глютен муки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. МР 2.3.1.0253–21 Гигиена питания. Рациональное питания. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации.
2. Filipcev, B. Psyllium as an improver in gluten-free breads / B.Filipcev, M.Pojic, O.Simurina, A.Misan, A.Mandic// LWT - 2021 - Vol. 151, doi:10.1016/j.lwt.2021.112156.

## ВЛИЯНИЕ ФИТОДОБАВКИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО КРИОПОРОШКА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАШТЕТА ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

А.И. Дорофеева, Е.В. Москвичева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[anastasia.dorofeeva00@mail.ru](mailto:anastasia.dorofeeva00@mail.ru)*

*Введение.* Мясные продукты имеют важное значение в питании человека, поскольку они являются источником белка, железа, цинка, селена, витаминов группы В и др. В настоящее время среди потребителей популярностью пользуются мясные паштеты. Однако представленные на рынке паштеты содержат более 30 % жира, что может негативно сказываться на здоровье человека. В связи с этим существует интерес к разработке новых видов мясных паштетов с низким содержанием жира и высокой биологической ценностью [1]. Фитодобавка плодово-ягодного криопорошка успешно используется для увеличения биологической ценности, сохраняет высокие функционально-технологические свойства мясной эмульсии, а также улучшает органолептические свойства продукта. Брусничный криопорошок богат витаминами А, В, С, Е, К, флавоноидами, антоцианами, катехинами, пектиновыми и дубильными веществами, органическими кислотами, минералами [2].

*Цель работы* – изучение органолептических и функционально-технологических свойств паштета из мяса птицы с фитодобавкой.

*Методы исследования.* Функционально-технологические свойства мясного паштета определяли по следующим методикам: отбор проб по ГОСТ 51447, определение концентрации водородных ионов (рН) по ГОСТР 51478, унифицированными методами определяли жирудерживающую способность (ЖУС) и влагосвязывающую способность (ВСС). Разработана шкала комплексной оценки качества изделия по квалитетической методике.

Паштет из мяса птицы с добавлением криопорошка из брусники имеет однородную мажущую консистенцию от бледно-розового до розового цвета, запах и вкус свойственный данному продукту с ароматом брусники и пряностей. Концентрация водородных ионов (рН) составляет 5,8 – 6,2, что обусловлено наличием органических кислот в фитодобавке. ВСС паштета составляет  $93,2 \pm 4,6$  %, ЖУС –  $62,5 \pm 3,1$  %, что способствует образованию нежной мажущейся консистенции, характерной для паштетов.

Содержание витаминов, макро и микроэлементов в готовом паштете определяли расчетным способом. Результаты показали, что витамина А содержится 198 % в 100 г продукта от суточной нормы, витаминов группы В – 258 %, витамина РР – 47 %, фосфора – 36 %, железа – 42 %, меди – 33 %, селена – 101 %, цинка – 23 %, кобальта – 22 %.

*Заключение.* Использование фитодобавки плодово-ягодного криопорошка способствует увеличению биологической ценности паштета из мяса птицы, а также оказывает влияние на функционально-технологические и органолептические свойства готового продукта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Скрипникова Д.П., Лещуков К.А. Функционально-технологические свойства мясорастительных паштетов с добавлением порошка плодов шиповника // НАУ. 2016. №4-2 (20).
2. Дорофеева, А.И. Использование ягодного сырья при производстве мясных и рыбных паштетов / А.И. Дорофеева, Г.М. Михайловский, Е.В. Москвичева // Политех наукам о жизни: Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых, 24–27 октября г. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 10.

## ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СЫРНИКОВ ИЗ ТОФУ

Е.С. Ефимова, Э.Э. Сафонова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)*

*Санкт-Петербург, Россия*

*[efimova.es@edu.spbstu.ru](mailto:efimova.es@edu.spbstu.ru)*

Проблема непереносимости лактозы обусловлена тем, что является довольно распространенным заболеванием, встречающимся у 2/3 населения мира. Внедрение диетотерапии играет важную роль, так как у больных есть возможность употреблять растительные альтернативы молочным продуктам [1]. Одной из таких альтернатив является сыр тофу – продукт переработки соевого молока, универсальный пищевой ингредиент. На основе данного продукта разработаны сырники из тофу, без включения компонентов животного происхождения [2].

*Цель исследования.* Расчет пищевой и энергетической ценности сырников из тофу для людей с непереносимостью молочного сахара – лактозы.

*Органолептическим методом* по результатам дегустации, из предложенного ассортимента изделий, а именно сырники, ленивые вареники и запеканка из тофу, был выбран вариант сырников, включающий в себя тофу, сахарозаменитель, рисовую муку и банан, как наиболее приемлемый для дальнейшего исследования и производства.

Ко всему прочему, готовый продукт должен удовлетворять потребность организма в пищевых и биологически-активных веществах в достаточном количестве, следовательно, *расчетным методом* было проведено сравнительное исследование двух рецептов – классических сырников из творога и сырников из тофу и получены *следующие результаты*:

- аминокислотный скор сырников из тофу приближен к показателям сырников из творога, к тому же содержит в два раза больше треонина. Преобладающими аминокислотами в разрабатываемом изделии являются изолейцин и лейцин.

- наблюдается увеличение витаминов группы В (В3, В5, В6, В9) и витамина К. Преобладающими витаминами в изделии являются витамин К и витамин В5, восполняющие суточную норму взрослого человека на 33 и 16 %, соответственно.

- в разрабатываемом блюде значительно возрастает процентное содержание минеральных веществ в сравнении с контрольным образцом. Наиболее высокие значения у марганца (77,7 % от суточной нормы) и селена (85,3 % от суточной нормы).

- калорийность изделий понижается в сравнении с сырниками из творога, что говорит о диетических свойствах данной продукции. Концентрация белковых веществ уменьшается, однако может покрыть потребность организма на 16–20 % [3].

*Заключение:* Учитывая полностью растительное происхождение новой разрабатываемой продукции, а также исключение или замена отдельных компонентов, данное изделие подходит для больных алиментарно-зависимыми заболеваниями, такими как непереносимость лактозы, сахарный диабет, ожирение, целиакия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кустова, О. С. Влияние тофу на организм человека. Способы получения тофу / О. С. Кустова, Е. В. Владимирова // Академическая публицистика. – 2021. – № 11-2. – С. 22-26.

2. Шадрин, М. А. Характеристика сои и соевых ингредиентов, используемых в производстве пищевых продуктов / М. А. Шадрин // Инновационное образование и экономика. – 2008. – № 2. – С. 82-88.

3. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельям.– М. ДеЛиПринт, 2008. – 150 с.



## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЗАЛИВНОГО ИЗ ОСЕТРА

М.В. Захарова, О.С. Якубова

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия  
[zaharova\\_masha@mail.ru](mailto:zaharova_masha@mail.ru)*

Одной из самых ценных видов рыб являются осетровые. Объем выращенных осетровых объектов товарной аквакультуры в Астраханской области за 2023 г составляет 20,6 т. В литературных источниках ограничены сведения о массовом и химическом составе осетровых объектах товарной аквакультуры и продуктах их переработки. Особенно актуально исследование вторичных ресурсов переработки осетровых и продукции из них.

В связи с этим *цель настоящего исследования* - изучение массового, химического состава и энергетической ценности головы осетра и заливного, приготовленного из нее.

*Материалы и методы.* Соотношение частей осетра определяли по ГОСТ 31988-2012. Исследование химического состава мяса из головы осетра и полученного бульона после варки проводили по ГОСТ 7636-85 и ГОСТ 54607.

Энергетическую ценность продукции определяли расчетным методом с учетом коэффициентов, установленных ФГБУ «НИИ питания» РАМН, ТР ТС 022/2011. Достоверность результатов подтверждается измерениями не менее чем в 3-х кратных повторностях, обработкой данных с использованием методов математической статистики. В качестве объекта исследования использовали осетра и головы осетровых мороженые.

*Результаты исследований* показали, что голова осетра составляет 18 % от массы целой рыбы и включает 24 % мышечной ткани.

Установлен химический состав мяса осетра из головы и бульона: массовая доля белка составляет – 28,0 г, бульона – 3,40 г, массовая доля жира составляет – 8,96 г, из бульона – 0,24 г. В ранее проведенных исследованиях разработали рецептуру заливного из голов осетровых [1]. Рецептура «Заливное из осетра» включает следующие основные ингредиенты: мясо голов осетровых, бульон, морковь, лук репчатый, петрушка (корень), желатин, лимон, укроп, соль, перец черный.

Исследование энергетической ценности заливного из осетра показало содержание в г на 100 г готовой продукции (с учётом коэффициентов усваиваемости): белка – 10,4, жира – 2,4, углеводы – 1,0. Энергетическая ценность продукции составила 67,05 ккал/100 г.

Белок обеспечивает энергетическую ценность блюда на 62 %, что согласно классификации ТР ТС 022/2021 относит это блюдо к продукции, являющейся источником белка и высокобелковым, а также содержание жира составляет не более 3 г на 100 г продукта, это относит блюдо к продукции с низким содержанием жира.

*Заключение.* Головы осетровых рыб – перспективный вторичный ресурс для получения продукции общественного питания, в частности заливных холодных блюд. Разработанная продукция является высокобелковой с низким содержанием жира.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова, М. В. Перспективы использования вторичных ресурсов осетровых рыб для изготовления заливных холодных закусок / М. В. Захарова // Наука и практика – 2023. Всероссийская междисциплинарная научная конференция, Астрахань, 13–17 ноября 2023 года: материалы / Астраханский государственный технический университет. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2024. – С. 241-243.

## МУКА ИЗ ВИНОГРАДНОЙ КОЖИЦЫ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ

Д. А. Зонова, Э.Э. Сафонова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия  
[zonova.da@edu.spbstu.ru](mailto:zonova.da@edu.spbstu.ru)*

Доказано, что полифенолы, входящие в состав овощей, фруктов, вина и чая, оказывают благотворное воздействие на течение рассеянного склероза. Большинство экспериментальных и эпидемиологических исследований показывают, что полифенолы активируют антиоксидантные пути, модулируют иммунный ответ, ингибируя воспалительные биомаркеры. Характерные свойства полифенолов, таких как ресвератрол или кверцетин, помогают уменьшить два признака нейродегенерации: окислительное повреждение и воспаление [1]. Мука, получаемая из виноградного жмыха, является перспективным источником биологически активных веществ для обогащения рациона больных рассеянным склерозом.

*Цель исследования:* обоснование использования муки из виноградного жмыха в питании детей больных рассеянным склерозом.

*Объект исследования:* мука из виноградной кожицы ООО «Коноплекс продукты питания» (ТУ 10.41.42-002-05930330-2020).

*Результаты и методы исследования.* По результатам спектрофотометрического исследования спиртового экстракта муки из виноградного жмыха определены массовая доля антоцианов и общих полифенолов в экстракте по сухому весу и составили соответственно  $(2,55 \pm 0,08) \%$  и  $(5,78 \pm 0,05) \%$ . Таким образом общее содержание антоцианов и полифенолов в сырье составило  $(25,5 \pm 0,8) \text{ мг/г}$  и  $(57,8 \pm 0,5) \text{ мг/г}$ .

Согласно литературным данным адекватный уровень потребления флавоноидов для детей составляет 150-200 мг/сут, а профилактический эффект от применения полифенолов достигается при дозировке 200 мг/сут, для ресвератрола при дозировке 450 мг/сут [3].

*Выводы.* Мука из виноградного жмыха содержит в своем составе большое количество полифенолов, в том числе антоцианов и ресвератрола, добавление которых в рацион больных рассеянным склерозом показывает положительный терапевтический эффект [2]. На основании полученных данных разработка изделий повышенной биологической ценности, имеющих профилактическое значение в лечении больных, является перспективным и актуальным направлением практической нутрициологии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bhullar, Khushwant S., and H.P. Vasantha Rupasinghe Polyphenols: multipotent therapeutic agents in neurodegenerative diseases // Oxidative medicine and cellular longevity vol. 2013.
2. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н.; [отв. ред. Е.И. Маевский] – Пушино: Synchronbook, 2013. – 310 с.
3. Лопатина А.В., Кукушкина А.Д., Мельников М.В., Роговский В.С. Перспективы применения полифенолов при рассеянном склерозе. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2022;122(7 вып. 2):36–43.

## РАЗРАБОТКА РАЦИОНА ДЛЯ БОЛЬНЫХ ЦЕЛИАКИЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ПИЩЕВОЙ СИНЕРГИИ

А.К. Камышова, В.В. Быченкова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия  
[kamyshova.ak@edu.spbstu.ru](mailto:kamyshova.ak@edu.spbstu.ru)*

На сегодняшний день единственным способом лечения больных целиакией является строгое соблюдение безглютеновой диеты (БДГ), что может привести к избыточному или недостаточному содержанию макро- и микронутриентов в рационе [1]. Именно поэтому актуальна разработка рациона питания людей с таким заболеванием на основе принципов пищевой синергии, концепция которой заключается во взаимодействии между питательными веществами пищевых продуктов, их усвоении и биодоступности.

*Целью работы* является разработка семидневного рациона питания на основе принципов пищевой синергии для людей с глютеновой энтеропатией.

В качестве *объекта исследования* выступал рацион питания для больных целиакией. Используемые эмпирические *методы исследования*: сравнение, измерение, моделирование.

*Результаты исследования.* В результате проделанной работы был составлен рацион с учетом норм СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения». Рацион состоит из завтрака, второго завтрака, обеда, полдника и ужина. Его составляющими являются такие блюда как: рисовая или гречневая крупа с молоком, суп картофельный с бобовыми, щи, отварная рыба с куркумой, курица с гречневой крупой, салат из моркови с грецкими орехами, яблоко печеное с медом и миндалем и другие. Сочетание продуктов в каждом приеме пищи выбрано, исходя из принципов пищевой синергии.

В контексте микронутриентов концепция пищевой синергии во многом зависит от биодоступности – показателя доли, усвояемого организмом вещества от потребляемого продукта. Некоторые продукты, а точнее вещества в их составе, действуют синергетически и повышают биодоступность определенных компонентов. Понимание этого принципа помогает в разработке соответствующих диетических рекомендаций. Например, при сочетании йогурта и банана инулин активизирует рост полезных бактерий в йогурте, повышая таким образом уровень кальция и регулируя пищеварение [2].

Комбинация куркумина (куркума) и полиненасыщенных жирных кислот (рыба) способствует балансу между активными формами кислорода (АФК) и антиоксидантами, снимая окислительный стресс. При сочетании помидоров и оливкового масла увеличивается процесс абсорбции тетратерпенов, так как каротиноиды растворимы в жирах [3].

*Выводы.* Синергетические сочетания показывают, что компоненты разных продуктов при совместном употреблении помогают решить проблему дефицита питательных веществ при соблюдении безглютеновой диеты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Януль А. Н., Слезник П. Б., Шелетун В. Г., Бабушкина Л. В., Еськов А. С. Целиакия — заболевание "хамелеон" // Военная медицина. 2014. № 1. С. 132-136.
2. Малюжинская Н.В., Петрова И.В., Полякова О.В., Самохвалова В.В. Целиакия: учеб. пособие. Волгоград: ВолгГМУ, 2018. 92 с.
3. Скворцов В.В. Целиакия – важная проблема современной гастроэнтерологии // Эффективная фармакотерапия. 2019. № 18. С. 60-66.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *FUCACEAE* ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Я.С. Карпова, Е.В. Москвичева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия  
[karpova.yas@edu.spbstu.ru](mailto:karpova.yas@edu.spbstu.ru)

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к использованию морских водорослей в мясной промышленности. Их использование при производстве мясных изделий ведет к обогащению продукта необходимыми организму витаминами, макро- и микроэлементами. Наиболее перспективными являются водоросли семейства *Fucaceae*, содержащие большое количество альгиновой кислоты, маннита, фукоидана, клетчатки, липидов, йода, микроэлементов (кобальт, никель, молибден, марганец, кальций и др.), и обладающие антиопухолевой, противовирусной активностью, антикоагулянтным действием, абсорбирующей способностью [1].

**Цель исследования:** определение функционально-технологических и физико-химических свойств бурых водорослей семейства *Fucaceae* рода *Ascophyllum nodosum* (Аскофиллум узловатый) и *Fucus vesiculosus* (Фукус пузырчатый) и перспективы использования в производстве мясных изделий.

**Материалы и методы.** Отбор проб осуществляли в соответствии с ГОСТ 31413. Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 31412, кислотность – по ГОСТ 26185. Унифицированными методами были определены водоудерживающая способность (ВУС), жирудерживающая способность (ЖУС), содержание хлорофилла.

**Результаты и их обсуждение.** Объекты исследования представляют собой мелкодисперсный порошок коричнево-зеленого цвета с выраженным вкусом и ароматом, свойственным морским водорослям. Результаты физико-химических показателей водорослей *A. nodosum* и *F. vesiculosus* представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Физико-химические и функционально-технологические показатели *A. nodosum* и *F. vesiculosus***

Объект исследования	ВУС, %	ЖУС, %	Кислотность, градусы	Содержание хлорофилла, мг/л
<i>A. nodosum</i>	396,0 ± 19,5	140,0 ± 7,0	0,30 ± 0,05	1,144 ± 0,060
<i>F. vesiculosus</i>	372,0 ± 18,6	132,0 ± 6,6	0,30 ± 0,05	1,286 ± 0,064

Результаты исследования показывают, что водоросли рода фукус обладают высокой ВУС и ЖУС, что будет способствовать сочной консистенции при добавлении их в мясные рубленые изделия. Хлорофилл оказывать антиоксидантное действие и тем самым может замедлять прогорание жиров в процессе хранения мясных изделий. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что фукус может быть рекомендован для производства мясных изделий, для получения продукции функциональной направленности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мазалова, Н. Ф. Водоросли сем. Фукусовых как ценный ингредиент кулинарных изделий функциональной направленности / Н. Ф. Мазалова, Т. Е. Бережная // Морские технологии: проблемы и решения - 2023 : Сборник трудов по материалам научно-практических конференций преподавателей, аспирантов и сотрудников ФГБОУ ВО «КГМТУ», Керчь, 24–28 апреля 2023 года. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2023. – С. 222–223.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ВИДОВ МУКИ

Д.Е. Кириллов, Н.В. Барсукова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[kirillov.de@edu.spbstu.ru](mailto:kirillov.de@edu.spbstu.ru)*

*Актуальность.* К функционально-технологическим свойствам муки относят водоудерживающую способность (ВУС) и влажность. ВУС характеризует свойства белкового и крахмалсодержащего продукта абсорбировать и прочно связывать свободную влагу в процессе технологической обработки пищевого продукта за счет присутствия гидрофильных групп [1]. Влажность муки является важным показателем качества, обеспечивающим ее стабильность при хранении [2].

*Цель работы.* Исследовать технологические свойства безглютеновых видов муки.

*Объекты и методы исследования.* Мука амарантовая (С.Пудовь), мука кукурузная (ООО ТД «Эндакси»), мука конопляная (ООО РусХемпт), мука нуттовая (С.Пудовь), мука рисовая (С.Пудовь). В качестве образца сравнения выбрана мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (АО МАКФА), которая используется наиболее часто для приготовления мучных и хлебобулочных изделий. Влажность муки определялась по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности». Влагоудерживающая способность муки определялась методом центрифугирования при 3500 оборотах об/мин в течение 20 минут [2].

*Результаты* проведенного исследования приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Технологические показатели различных видов муки**

Показатели	Мука амарантовая	Мука кукурузная	Мука конопляная	Мука нуттовая	Мука рисовая	Мука пшеничная
Влажность, %	7,4±0,2	9,4±0,2	8,8±0,2	7,8±0,2	8,4±0,2	12,0±0,2
Влагоудерживающая способность, %	86,5±0,5	82,0±0,5	62,5±0,5	95,5±0,5	79,0±0,5	73,0±0,5

Все виды безглютеновой муки имели более низкую влажность, по сравнению с пшеничной мукой. Низкая влажность предотвращает развитие микроорганизмов, поэтому исследуемые виды муки способны длительное время сохранять стабильное качество, что является важным фактором в пищевой промышленности. Отмечено, что при низкой влажности безглютеновые виды муки, за исключением конопляной, имеют более высокую влагоудерживающую способность, по сравнению с пшеничной мукой. Это способствует улучшению текстуры и повышению выхода хлебобулочных изделий, а также увеличивает сроки их хранения без значительного ухудшения качественных характеристик.

*Заключение.* Таким образом, на основании проведенных исследований можно утверждать, что безглютеновая мука обладает рядом технологических преимуществ перед пшеничной мукой: более низкой влажностью и повышенной влагоудерживающей способностью, что доказывает технологическую целесообразность использования альтернативных видов муки в пищевой индустрии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рензьева Т.В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика // Техника и технология пищевых производств. - 2009. - № 4(15). - С. 23–26.
2. Анашкина П.Ж. Исследование безглютеновых видов муки для производства хлебобулочных изделий / П.Ж. Анашкина, Е.В. Москвичева, И.А. Тимошенкова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. №1 (103). – С. 98–104.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА В РЕЦЕПТУРЕ ПОСТНОГО МАЙОНЕЗА

А.В. Колганова, И.А. Баженова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[vkoltoganov@mail.ru](mailto:vkoltoganov@mail.ru)*

Лён обыкновенный (*Linum usitatissimum*) – это однолетнее растение, которое выращивается как посевная культура. Его семена используются в пищевой промышленности (масло, мука) и медицине. Он также используется в текстильной промышленности для производства тканей.

*Целью* данной работы является разработка постного майонеза из льняного урбеча, аквафабы и подсолнечного масла. *Актуальность*: семена льна содержат белки, жиры, фосфолипиды, макро- и микроэлементы. Мононенасыщенные жирные кислоты составляют 14–15,5 %, а полиненасыщенные жирные кислоты – 60–80 %. Также в семенах содержится клетчатка и макроэлементы (калий, кальций, фосфор), а также микроэлементы (медь, железо, марганец, цинк и прочее) [1]. Эти активные биологические компоненты применяются в профилактике заболеваний желудочно-кишечного тракта и болезней сердца, которые в настоящее время широко распространены среди населения.

Разными авторами были проведены исследования по введению продуктов переработки льна в различные молочные продукты (йогурты, мороженное, сыр), пасты и соусы, колбасные изделия для обогащения их нутриентного состава. Также было отмечено, что продукты имели хорошую стабильность в условиях ферментации и термообработки. Все это обусловлено наличием большого числа гидроколлоидов, которые играют роль эмульгаторов и стабилизаторов многокомпонентных систем [2].

*Объекты и методы исследования.* Объектом являлся разработанный майонез. У выработанного продукта были измерены основные показатели: вязкость, рН и процент неразрушенной эмульсии.

*Результаты и их обсуждение.* В ходе исследования были получены следующие значения: рН составила  $4,31 \pm 0,05$ , вязкость –  $45100 \pm 497$  сП, стойкость неразрушенной эмульсии 100 %.

В результате исследований было отмечено отличное эмульгирование и стабилизация масла с аквафабой. Данные показатели были достигнуты наличием большого числа камедей и слизей в составе льняного семени. Также данный продукт по расчетам покрывает около 96 % суточной потребности в полиненасыщенных жирных кислотах взрослого человека, поэтому его можно классифицировать как функциональный.

*Заключение:* вышесказанное подтверждает актуальность использования льняного семени в продуктах здорового питания, а также позволяет рекомендовать их для производства постных соусов в качестве эмульгатора, стабилизатора и функционального компонента.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности химического состава льна семян / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, Н. А. Гаврилова [и др.] // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 28 (4). – С. 81-84.
2. Миневиц, И. Э. Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях / И. Э. Миневиц // Health, Food & Biotechnology. 2019. – № 2 (1). С. 97–120.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИКРОЗЕЛЕНИ КРЕСС-САЛАТА *LEPIDIUM SATIVUM*

П.А. Константинова<sup>1</sup>, Н.Т. Жилинская<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова  
Санкт-Петербург, Россия  
[kpa2020@list.ru](mailto:kpa2020@list.ru)

Микрозелень кресс-салата содержит высокую концентрацию витаминов и микроэлементов по сравнению со зрелыми растениями этого вида. Знания о разновидностях соединений, накапливающихся в ходе ее проращивания, позволяют сделать вывод о роли микрозелени в восполнении дефицита биологически активных соединений в рационе питания современного человека. Базы данных химического состава пищевых продуктов, биологической активности метаболитов растительного сырья играют важную роль в эпоху цифровой нутрициологии [1, 2].

*Цель исследования* – сравнительный анализ цифровых платформ, содержащих данные о химическом составе, биологической активности метаболитов кресс-салата *Lepidium sativum*. *Материалы и методы*: цифровые платформы FoodData Central, FooDB, eBASIS.

*Результаты и их обсуждение*. Информация о химическом составе растений получена в следующих базах данных: БД FoodData Central описывает только химический состав продуктов и их количественное содержание с возможностью пересчета количества соединения на определенный вес продукта; БД eBASIS содержит научную информацию о составе пищевых биоактивных веществ и биологических эффектах биоактивных соединений растительного происхождения с предполагаемой пользой для здоровья, доступность к базе на платной основе; БД FooDB описывает: макро- и микронутриентный состав растений с указанием содержания веществ, имеется возможность анализировать компонентный профиль всех соединений растения (в сыром и обработанном виде); результаты масс-спектрометрического анализа; продукты, в которых содержится конкретное соединение и их концентрацию; биологическую активность соединений, их влияние на здоровье, вкусовые характеристики. Поиск в FooDB по запросу «*Lepidium sativum*» показал, что в состав растения входят: ретинол, рибофлавин, биотин, бета-каротин, L-аскорбиновая кислота, альфа-токоферол, холин, олеиновая кислота, альфа-линоленовая кислота, калий, натрий, кальций, сера, железо, цинк и другие соединения.

*Выводы*. База данных FooDB наиболее полно и точно отражает нутриентный состав натуральных растительных продуктов питания и может быть использована с целью изучения полезных свойств кресс-салата и других листовых овощей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Базы данных химического состава пищевых продуктов в эпоху цифровой нутрициологии / В.В. Бессонов, М.Н. Богачук, Д.О. Боков [и др.] // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 4. – С. 201-219.
2. Компьютерное прогнозирование биологической и фармакокинетической активности бета-каротина / В.Г. Дранишников, Н.Т. Жилинская, Ю.Г. Змитриченко [и др.] // «LifeSciencePolytech»: тезисы докладов второй Всероссийской научной очно-заочной конференция, 17 – 19 ноября 2022 года. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. С.80.

## ВЛИЯНИЕ ЧАЯ МАТЧА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МОРОЖЕНОГО И ДЕСЕРТА ИЗ РИСОВОЙ МУКИ

А.А. Кузнецова, И.А. Баженова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[Kuznetsova5.aa@edu.spbstu.ru](mailto:Kuznetsova5.aa@edu.spbstu.ru)*

Зеленый порошковый чай матча (*Camelia sinensis*), богатый различными витаминами, микро- и макроэлементами, популярен среди продуктов здорового питания. Недавние исследования говорят о способностях матча подавлять негативный эффект от перекисного окисления липидов в кондитерских изделиях [1], улучшать характеристики в изделиях из рисового теста [2]. Ранее проводимое исследование о влиянии чая матча на изделия из блинного и песочного теста показало положительное влияние на органолептические и физико-химические показатели качества, что подтверждалось дегустациями и проводимыми опытами.

*Цель исследования* заключается в изучении влияния чая матча на характеристики десертов – мороженого и дайфуку моти, традиционной японской рисовой сладости.

*Материалами* для исследования являлись образцы мороженого и рисового теста для пирожных моти с добавлением 0,0 %, 0,5 %, 1,5 % и 2,5 % чая матча от массы изделий. *Методы* исследования включали органолептическую оценку по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011, спектрофотометрический метод для определения содержания хлорофилла в рисовом тесте, взбитость мороженого определялась в соответствии с ГОСТ 31457-2012.

*Результаты* органолептической оценки показали наиболее высокий средний балл для мороженого и моти с концентрацией чая 1,5 % и 0,5 % соответственно. Для данных образцов отмечалось наличие более приятного зеленого оттенка, отнение излишней сладости мороженого и специфического привкуса рисовой муки в пирожных, сохранение сливочных оттенков и характеристик консистенции в замороженном десерте, а также улучшение прожевываемости для японского сладкого изделия. Изучение содержания хлорофилла в рисовом тесте показало закономерное увеличение данного пигмента по мере возрастания концентрации чая матча в изделиях, при массе тестовой части  $m=50$  г, содержание пигмента для образцов соответственно составило:  $A_k \cong 0$  мг/шт,  $A_1 \cong 6,3$  мг/шт,  $A_2 \cong 7,3$  мг/шт,  $A_3 \cong 10,4$  мг/шт (при адекватном уровне потребления хлорофилла для взрослого человека 100 мг/день). Определение взбитости мороженого не выявило существенного влияния вносимой добавки на данный показатель, данные варьировались от 43 % для контрольного образца до 45 % для образца с наибольшей концентрацией чая матча.

*Заключение.* Использование чая матча в качестве рецептурного компонента мороженого и пирожных дайфуку моти оказало положительный эффект на их органолептические характеристики, повысило уровень содержания хлорофилла в моти и не оказало отрицательного влияния на взбитость, что в совокупности с известными данными о пользе чая матча говорит о потенциале использования его для дальнейших исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Koichi, S. Catechins in green tea powder (matcha) are heat-stable scavengers of acrolein, a lipid peroxide-derived reactive carbonyl species / S. Koichi, M. Yasumasa, S. Kyoko// Food Chemistry – 2021. – Vol. 355, doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129403.
2. Li, Y. Matcha-fortified rice noodles: Characteristics of in vitro starch digestibility, antioxidant and eating quality /Y.Li, X. Jianhui, T. Jin// LWT -2021 - Vol. 149, doi:10.1016/j.lwt.2021.111852.



## ВЛИЯНИЕ ОЗОНИРОВАННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВО ПРОБОЙНОЙ ИКРЫ СЕЛЬДИ

Н.В. Левин, А.С. Москвичев, И.А. Тимошенкова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

*Санкт-Петербург, Россия*

*[levin.nv@edu.spbstu.ru](mailto:levin.nv@edu.spbstu.ru)*

Получение икры-зерна сопряжено с высокими рисками микробной контаминации. Традиционные способы обработки икры (посол, охлаждение) не всегда обеспечивают её микробиологическую безопасность и стабильность. Использование в икорном производстве консервантов строго ограничено. В качестве дополнительного антимикробного компонента, разрешенного для контакта с пищевой продукцией, может быть рассмотрен озон (O<sub>3</sub>) [1].

Проведенные ранее исследования по обработке ястыков сельди озонированной водой показали, что наилучший антимикробный эффект без ухудшения внешнего вида продукта обеспечивала концентрация озона в растворе 5 мг/л при экспозиции 3–5 мин [2].

*Цель настоящей работы.* Исследовать влияние обработки водным раствором озона на органолептические и микробиологические показатели пробойной икры сельди.

*Материалы и методы исследования.* Сырьем для исследований служила икра-зерно, полученная при пробивке мороженых ястыков тихоокеанской сельди. Для приготовления растворов использовали воду питьевую с температурой 15 ± 2 °С. Озонирование воды вели на станции СОВ-М/06-Ц/0 серии №577. Концентрацию озона определяли по ГОСТ 18301. Перекисное (ПЧ) и кислотное число (КЧ) исследовали по ГОСТ 7636. Внешний вид икры оценивали визуально с использованием микроскопа Микромед-2. Микробиологические показатели определяли в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011: КМАФАнМ – по ГОСТ 1044.15; патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы – по ГОСТ 31659; БГКП – по ГОСТ 31747, *S. aureus* – по ГОСТ 31746; сульфитредуцирующие клостридии – по ГОСТ 29185; *V. Parahaemolyticus* – по МУК 4.2.2046, *L. monocytogenes* – по ГОСТ 32031.

*Результаты и их обсуждение.* Пробойную икру обрабатывали озонированной водой с концентрацией озона 5 мг/л в течение 3–5 минут. Микробиологические исследования показали, что общая бактериальная обсемененность (КМАФАнМ) подвергнутых обработке икринок по сравнению с контролем снижается в десятки раз (с 4\*10<sup>5</sup> КОЕ/г до обработки, до 2\*10<sup>2</sup> КОЕ/г после обработки); патогенные микроорганизмы не обнаружены. Анализ данных по ПЧ и КЧ жировой фазы свидетельствовал о незначительном влиянии выбранных режимов на процессы окисления, их значения у всех образцов находились в пределах нормы. Так, ПЧ до обработки составляло 4–5 ммоль О/кг, после обработки 5–6 ммоль О/кг. Показатель КЧ не изменился, его величина до и после обработки в среднем была равна 1,5 мг КОН/г. В ходе визуального осмотра установлено, что после обработки озонированной водой икра по сравнению с контролем улучшала свой внешний вид, становясь более светлой, упругой и рассыпчатой. Нарушений целостности оболочек икринок отмечено не было.

*Заключение.* Обработка водным раствором O<sub>3</sub> с концентрацией 5 мг/л эффективно снижает численность микроорганизмов на поверхности икринок, не вызывая окислительных и органолептических изменений, и может рассматриваться как дополнительный антимикробный барьер в производстве продуктов питания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ozone in Food Processing / Edited by Colm O'Donnell, Brijesh K. Tiwari, P. J. Cullen, Rip G. Rice. – Blackwell Publishing Ltd. – 2012. – 308 p.
2. Перспективы применения озона в барьерной технологии соленой икры сельди / Н.В. Левин, Е.Л. Федорова, А.С. Москвичев и др. // Политех наукам о жизни. СПб.: Политех-Пресс, 2023. С. 208.

## ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РАЦИОНА ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

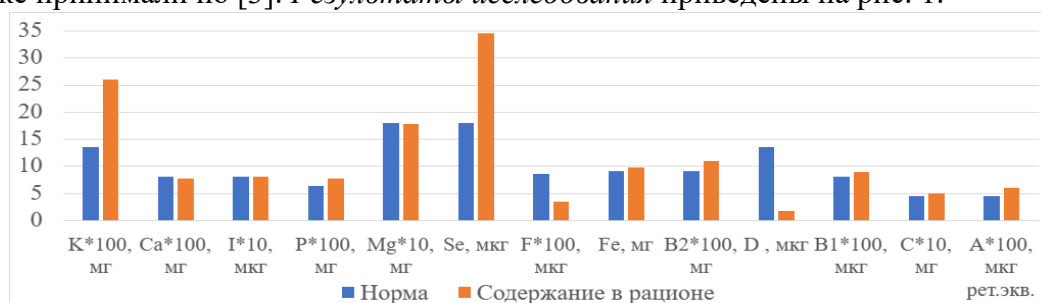
Н.С. Малина, А.А. Смоленцева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[malina.ns@edu.spbstu.ru](mailto:malina.ns@edu.spbstu.ru)

В рационе питания детей дошкольного возраста важное место занимают эссенциальные нутриенты, которые участвуют в построении ферментных систем, формировании антиоксидантного статуса и реализации иммунного ответа [1]. В связи с этим при разработке циклического меню в дошкольных учреждениях оценивают не только калорийность, содержание белков, жиров, углеводов, но также витаминов и минеральных веществ [2].

*Целью работы* является оценка соответствия витаминно-минерального состава рациона питания детей дошкольного возраста действующим физиологическим нормам [2].

*Объект и методы исследования.* Анализировали циклическое меню для организации питания детей в возрасте 3–6 лет, посещающих с 12-ти часовым пребыванием дошкольное образовательное учреждение №87 Калининского района города Санкт-Петербурга. Расчет пищевой ценности рациона проводили с применением программ «Вижен-Софт» и Microsoft Office Excel. Химический состав пищевых продуктов и потери пищевых веществ при тепловой обработке принимали по [3]. *Результаты исследования* приведены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Сравнение содержания витаминов и минералов в рационе детей дошкольного возраста с нормами физиологических потребностей**

Анализ рациона показал соответствие нормам содержание белков, жиров, углеводов и энергетической ценности, при этом наблюдается недостаток витаминов D, B<sub>9</sub>, фтора, кальция и омега-3, омега-6 жирных кислот. Содержание остальных витаминов и минералов соответствуют норме или превышают её.

*Выводы.* Результаты могут быть использованы для корректировки рациона и подбора пищевых продуктов и блюд, приводящих дефицит и избыток витаминов и минеральных веществ к нормам потребления.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Организация питания детей и подростков : учебное пособие для вузов / М.Н. Куткина, Н.В. Барсукова, С.А. Елисеева, А.А. Смоленцева. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 332 с.
2. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566276706>.
3. МР 2.4.0260-21.2.4. Гигиена детей и подростков. Рекомендации по проведению оценки соответствия меню обязательным требованиям. Методические рекомендации (утв. Главным гос. санитарным врачом РФ 04.10.2021) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/603608558>.

## РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО НАПИТКА С ДОБАВЛЕНИЕМ ФУКОИДАНА

Ю.А. Минченко<sup>1,2</sup>, Н.Т. Жилинская<sup>1,2</sup>, Ю.Г. Змитриченко<sup>2</sup>, Г.В. Точильников<sup>2</sup>

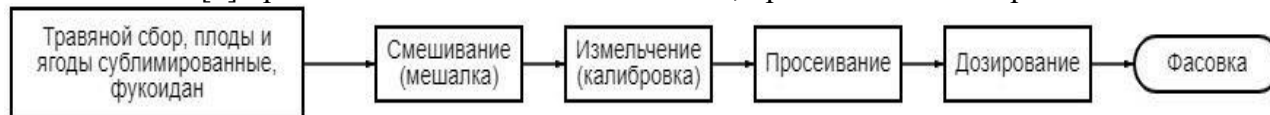
<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н.Петрова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Санкт-Петербург, Россия  
[yarmilochkina@mail.ru](mailto:yarmilochkina@mail.ru)

Фукоидан – полисахарид клеточных стенок бурых водорослей, перспективный компонент для включения в продукты специализированного назначения. До 10–20 % больных раком умирают из-за последствий недостаточного питания [1]. Чтобы это предотвратить, производятся специализированные сухие смеси. Включение в них, помимо основных нутриентов, биологически активных веществ, таких как фукоидан, может положительно влиять на процесс реабилитации, лечения и восстановления. Актуальным является производство специализированных сухих смесей для изготовления напитков на растительной основе по ГОСТ 70650-2023 с включением в них биологически активных веществ.

*Цель работы* – разработать и обосновать состав, технологическую схему производства сухой растительной смеси с добавлением фукоидана.

*Методика исследований.* На основании данных литературы и проведенных авторами исследований [2] предложена технологическая схема, представленная на рис. 1.



**Рисунок 1 – Технологическая схема производства сухой растительной смеси с добавлением фукоидана**

*Результаты и их обсуждение.* В состав продукта войдут: оболочка пищевого зерна (отруби пшеничные пищевые), шиповник плоды сублимированные, яблоко плоды сублимированные, облепиха ягода сублимированная, стабилизатор ксантановая камедь, экстракт морских водорослей с содержанием фукоидана 80%. Напиток, приготовленный на основе разработанной растительной смеси, имеет несладкий, приятный вкус отрубей и фруктов, обеспечивает длительное насыщение.

*Заключение.* Напитки, изготовленные на основе сухой растительной смеси с добавлением фукоидана, которые могут быть рекомендованы для онкологических больных, помогут увеличить вероятность успешной коррекции их состояния, положительно влиять на процесс лечения и реабилитации пациентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Miller M.F., Zhongyu Li, Habedank M. A. // Randomized Controlled Trial Testing the Effectiveness of Coping with Cancer in the Kitchen. – 2020. - 12, 3144.
2. Минченко Ю.А., Жилинская Н.Т., Змитриченко Ю. Г., Точильников Г. В., Стуков А. Н. Анализ патентной информации по применению фукоидана бурых водорослей как функционального компонента пищевого продукта // Сборник материалов XVII Всероссийского Форума «Здоровое питание» – СПб. - 2022. – С. 42-45 с.

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАТА ЯГОД БРУСНИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РЫБНЫХ ПАШТЕТОВ С МОЛОКАМИ

Г.М. Михайловский, А.С. Москвичев

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Санкт-Петербург, Россия  
[mihajlovskij.gm@edu.spbstu.ru](mailto:mihajlovskij.gm@edu.spbstu.ru)

Важным побочным продуктом рыбообработывающих комплексов являются молоки сельди, выход которых при разделки нерестовой рыбы достигает 15–20 %. Несмотря на высокую пищевую ценность, молоки, имея специфический вкус, не находят широкого пищевого применения и зачастую утилизируются. Повысить рентабельность производства возможно, включая молоки в рецептуры продуктов с добавленной стоимостью. Актуальным является разработка рыбных паштетов с функциональными ингредиентами для здорового питания [1]. Изученные ранее фитохимические свойства брусники обосновали ее выбор в качестве функционального и дополнительного антимикробного ингредиента [2].

*Цель настоящей работы:* исследовать влияние концентрата ягод брусники на микробиологические и органолептические показатели рыбного паштета с молоками сельди.

*Материалы и методы исследования.* Объектом исследования являлись разработанные функциональные паштеты на основе филе и молок сельди с добавлением и без добавления сублимированного порошкового концентрата ягод брусники (СППСК «Ягоды Карелии»). Паштеты подвергали тепловой обработке в герметично укупореженных банках при температуре 75–85 °С с выдержкой 30 минут, далее охлаждали и закладывали на хранение при температуре (4±2) °С на 3 месяца. Пробы образцов для исследований отбирали до и после холодильного хранения. Микробиологические показатели определяли по стандартным методикам: КМАФАнМ – по ГОСТ 1044.15; патогенные микроорганизмы – по ГОСТ 31659; *S. aureus* – по ГОСТ 31746; БГКП – по ГОСТ 31747; сульфитредуцирующие клостридии – по ГОСТ 29185; *L. monocytogenes* – по ГОСТ 32031; плесени и дрожжи по ГОСТ 10444.12. Органолептическую оценку паштетов проводили с использованием балловой шкалы.

*Результаты и их обсуждение.* Микробиологические исследования показали, что введение в рецептуру брусничного концентрата в количестве 3 % от массы паштета положительно влияет на микробиологическую стабильность. До и после хранения в опытных образцах КМАФАнМ составляло менее  $1,0 \cdot 10^2$  КОЕ/г; в контроле после хранения уровень КМАФАнМ поднялся до  $7,6 \cdot 10^2$  КОЕ/г (допустимая норма не более  $1,0 \cdot 10^4$  КОЕ/г). Во всех образцах патогенные микроорганизмы не обнаружены, показатели плесеней и дрожжей не превышали регламентируемого уровня. При органолептической оценке наилучший результат имели опытные образцы. Добавление брусничного концентрата улучшило цвет и вкусо-ароматическую составляющую паштетов до и после хранения.

*Заключение.* Проведенные исследования показали, что концентрат ягод брусники положительно влияет на органолептические и микробиологические показатели рыбных паштетов, а выбранный режим термообработки является оптимальным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительное исследование технохимических и функционально-технологических свойств молок промысловых рыб/ Н.В. Дементьева, Е.Ю. Воропаева // Известия ТИНРО. 2014. Т. 179(4). С. 279–286.
2. Использование ягодного сырья при производстве мясных и рыбных паштетов / А.И. Дорофеева, Г.М. Михайловский, Е.В. Москвичева // Политех наукам о жизни.– СПб.: Политех-Пресс, 2023. С.10.

## ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЧАЙНОГО ГРИБА

Нгуен Тхи Хаи Иен, С.А. Елисеева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[nthaiyen115@gmail.com](mailto:nthaiyen115@gmail.com)*

В пищевой биотехнологии развивается направление по созданию продуктов питания с микробиомкорректирующими свойствами [1]. Применение в рационе напитков брожения, обогащенных пробиотиками, сопровождается действием их положительных эффектов на функционирование органов пищеварения [2].

*Цель работы* – определение содержания биологически активных веществ с функциональными свойствами в напитках брожения на основе *Medusomyces gisevi*.

*Объекты исследования:* образцы напитков брожения на основе экстракта зеленого чая (контрольный образец) и сбора, включающего листья брусники, траву череды и зверобоя, плоды шиповника. Содержание растительного сырья в образцах составило 2 % (образец № 2) и 4 % (образец № 3). Содержание биологически активных веществ в образцах определяли на первые сутки, через 7 и 14 суток ферментирования экстрактов при температуре 22±2 °С.

*Методы исследования.* Фенольные соединения определяли спектрофотометрическим методом с применением реактива Фолина-Чокальтеу; витамин С – по ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

*Результаты и их обсуждение.* Установлено, что содержание витамина С достигает максимума на седьмые сутки ферментирования исследуемых образцов. Витамин С в образцах № 2 и № 3 накапливается в большем количестве, чем в контрольном образце. Фенольные соединения в образце №1 превысили значения, определенные в образцах № 2 и № 3.

*Выводы.* Результаты исследований показали, что на седьмые сутки ферментирования в экстракте из зеленого чая полифенолов накапливается на 20 % больше по сравнению с экстрактами травяного сбора (0, 222 и 0,176 мг/мл соответственно). В экстрактах из травяного сбора синтезируется почти на 29 % больше витамина С на седьмой день культивирования по сравнению с экстрактами из зеленого чая (0,62 и 0,44 мг/мл соответственно). Расширение ассортимента ферментированных напитков с функциональными свойствами на основе чайного гриба с использованием в качестве субстратов для жизнедеятельности консорциума бактерий и дрожжей зооглеи *Medusomyces gisevi* экстрактов из лечебного растительного сырья стимулирует исследование процессов синтеза биологически активных веществ [3].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Metabiotics in molecular nutrition: History and practice / J. Bazarnova, S. Eliseeva, N. Zhilinskaya [et al.] // E3S Web of Conferences : International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2020, Prague, 27–28 февраля 2020 года. Vol. 161. – Prague: EDP Sciences, 2020. – P. 02005. – DOI 10.1051/e3sconf/202016102005.
2. Савельева, Е. В. Микробиоценоз кишечника: состав и видовая идентификация / Е. В. Савельева, О. Б. Иванченко // Здоровое питание и нутриционная поддержка: медицина, образование, инновационные технологии: сб. мат-лов XVII Всероссийского форума, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2022 года / Санкт-Петербургское рег. отд. обществ. организации «Союз педиатров России», 2022. С. 45–48.
3. Фролова Ю.В. Российский рынок ферментированных напитков на основе чайного гриба // Вопросы питания. 2022. № 14. С. 115–118.

## СОДЕРЖАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В *CHLORELLA VULGARIS IBCE C-19*

Т.В. Невская, Ю.А. Смятская

*Санкт-Петербургский политехнический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
[nevskaya.tatyana92@yandex.ru](mailto:nevskaya.tatyana92@yandex.ru)*

Фенольные соединения способны предохранять организм человека от действия свободно радикального окисления. Клеточная стенка состоит из липидной оболочки, которую защищают антиоксиданты от внешних агрессивных воздействий. Недостаток антиоксидантов в продуктах питания человека сказывается в первую очередь на метаболизме, сопутствующих биологических процессах и каскадов реакций, запускаемых организмом [1]. Фенолы растительного сырья могут быть отличным средством для продления молодости и профилактики предотвращения заболеваний [2].

*Цель работы:* определить содержание фенольных соединений в *Chlorella vulgaris IBCE C-19*.

*Материалы и методы.* Микроводоросли культивировали на питательной среде Тамия. Биомассу от культуральной жидкости отделяли с помощью центрифуги ЦЛМ 1-12 при 1300 об/мин в течении 5 минут. Обезвоживали биомассу с помощью лиофильной сушки АК 4-40 при режиме  $t = -50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 0,5\text{ мБар}$ , 24 часа. Анализ биохимических профилей образца выполнен с помощью газового хроматографа Agilent 6850 с квадрупольным масс-селективным детектором Agilent 5975B VL MSD.

*Результаты и их обсуждение:* После проведения исследования получены результаты по содержанию фенольных соединений в биомассе, которые представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Количественное содержание фенолов в *Chlorella vulgaris IBCE C-19***

Неофитодиен	Хинная кислота	Гидроксикоричная кислота	Катехин	Токоферол	Хлорогеновая кислота	Люпеол
19,79±3,96	627,30±125,46	45,52±9,10	23,08±4,62	9,23±1,85	38,84±7,77	112,45±22,49

Общая сумма фенольных соединений составляет 876,21 мг/г. Профилактический прием антиоксидантов способен поддерживать стабильное состояние и смягчение симптомов многих заболеваний, тем самым благотворно влияя на качество жизни пациента [2].

*Заключение.* В ходе проведения исследования было установлено что *Chlorella vulgaris IBCE C-19* имеет высокое содержание фенольных соединений, которые в свою очередь могут быть использованы в медицинской практике в качестве биологически активной добавки. Также быть полезна при целенаправленном добавлении в рацион человека для профилактики заболеваний и как защитный фактор для борьбы со свободными радикалами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова Ю.Г., Иванченко О.Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений // Вопросы питания. 2016. Т. 85 (№5). С 100-107.
2. Павлов Б.В., Уразалиева В.В., Скобелева А.А., Цатурян С.А., Лавринова Л.Е. Влияние антиоксидантов на сахарный диабет 1 и 2 типа // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2023. № 12-3 (87). С.30-33.
3. Новокшонова А.Д., Храпцов П.В., Раев М.Б. Применение культур хлореллы обыкновенной в биотехнологии и пищевой промышленности // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. 2023. – № 1. С. 32–42. DOI: 10.7242/2658-705X/2023.1.4

## РАЗРАБОТКА МУЧНЫХ БЛЮД НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ПОРОШКОВ

К.Д. Поляков, Э.Э. Сафонова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[Kirill.polyakov90@gmail.com](mailto:Kirill.polyakov90@gmail.com)

К востребованным и популярным мучным блюдам на территории Российской Федерации относятся блины, но эта продукция подходит далеко не для всех людей, и не является полезным. Стояла задача обогатить продукт полезными веществами, и заменить глютеносодержащую (пшеничную муку) на основу из смеси соевой, рисовой и кукурузной муки. Продукты специализированного назначения ориентированы на людей, нуждающихся в усиленном питании или в ограничении рациона питания. Эта группа населения очень велика [1].

*Цель работы.* Разработка рецептуры для блинов, с использованием плодово-ягодных порошков для людей, страдающих целиакией.

*Материалы и методы.* Объекты исследования: образцы плодово-ягодных порошков: образец 1 – клубника, 2 – шиповник, 3 – черная смородина, 4 – облепиха.

В ходе эксперимента плодово-ягодные порошки изучены на содержание сухих веществ, определена зольность порошков и доминирующий показатель содержания витаминов (витамин С).

Определение зольности (ГОСТ 25555.4-91) проводилось методом озоления плодово-ягодного порошка в муфельной печи при температуре 500 °С.

Определение сухих веществ производилось при помощи высушивания в сушильном шкафу при температуре 130°С (ускоренный метод) по ГОСТ 28561-90.

Определение доминирующих веществ осуществлялось расчетным методом.

*Результаты* исследования продукта на сухие вещества, зольность и содержание витамина С представлены в табл.1.

**Таблица 1. Определение сухих веществ и зольности плодово-ягодных порошков**

Наименование показателей	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Содержание сухих веществ, %	92,70±0,91	90,00±1,29	93,30±0,61	86,00±1,28
Зольность, %	1,40±0,46	0,73±0,44	0,81±0,45	0,53±0,43
Витамин С, мг на 100 г продукта	600	1000	2000	2000

Порошки имеют высокое содержание витамина С, который является антиоксидантом и при добавлении даже в небольшом количестве, порошки способны обогатить продукт рацион. Содержание сухих веществ и зольности соответствует требованиям нормативной документации, что указывает на качественную обработку и сохранение начального сырья.

*Вывод.* Изученные образцы полностью подходят для обогащения сухой композитной смеси для блинов с добавлением плодово-ягодных порошков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова Т.С., Баженова И.А. Разработка рецептур мучных кулинарных и кондитерских изделий с использованием пшеничной муки для специализированного питания. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. № 2 (51). С. 117–122.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ ГЛЮКОЗЫ ДЛЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

А.П. Раинчик, А.А. Евдокимова, Н.В. Барсукова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия  
[anton\\_rainchik@mail.ru](mailto:anton_rainchik@mail.ru)*

Одной из важнейших составляющих здорового рациона питания человека являются свежие овощи. Но в нарезанном виде они очень чувствительны к микробиологической порче [1]. Поэтому возникает потребность в изучении возможностей применения пищевых консервантов для увеличения сроков годности овощных полуфабрикатов. Одним из натуральных мало изученных консервантов является ферментированная глюкоза.

*Цель работы.* Исследование динамики показателей качества свежих нарезанных овощей, обработанных ферментированной глюкозой, в условиях холодильного хранения.

*Объекты и методы исследования.* Полуфабрикаты из свежих нарезанных овощей (огурцы короткоплодные, красный болгарский перец и салат айсберг) обрабатывали 10%-ным раствором ферментированной глюкозы торговой марки AiVi двух видов "1.50" и "1.01" методом погружения, затем упаковывали в пластиковый контейнер с МГС (N – 90 %, CO<sub>2</sub> – 5 %, O<sub>2</sub> – 5 %) и хранили при температуре 4±2 °С в течение 8 суток. В образцах определяли изменение активности воды (A<sub>w</sub>) с использованием портативного аппарата METER Aqualab Pawkit, содержание сухих веществ (СВ, %) по ГОСТ 33977-2016 и органолептические показатели по ГОСТ 8756.1-2017 на 1 и 8 сутки. *Результаты* представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Показатели качества полуфабрикатов из овощей**

Образец	Показатели качества овощей на 1/8 сутки						
	внешний вид	цвет	запах	вкус	текстура	A <sub>w</sub>	СВ, %
Перец болгарский красный							
Контрольный образец	5/4	5/4	5/3	5/3	5/4	0,90/0,94	10,3/11,7
Обработанный глюкозой 1.01	5/5	5/5	5/5	5/5	5/4	0,90/0,91	10,1/10,6
Огурцы короткоплодные							
Контрольный образец	5/3	5/4	5/3	5/4	5/3	0,92/0,95	5,3/8,4
Обработанный глюкозой 1.01	5/5	5/4	5/5	5/4	5/5	0,92/0,92	5,1/6,0
Салат айсберг							
Контрольный образец	5/4	5/5	5/3	5/4	5/3	0,90/0,93	3,7/4,6
Обработанный глюкозой 1.50	5/5	5/5	5/5	5/5	5/4	0,90/0,91	4,4/4,7

Ферментированная глюкоза 1.01 показала большую эффективность при обработке свежих овощей, глюкоза 1.5–салатов. Активность воды и содержание сухих веществ в контрольных образцах овощей заметно увеличились с течением времени, в то время как показатели обработанных овощей практически не изменились. Это свидетельствует о том, что в необработанной продукции активно происходит обезвоживание и порча из-за перехода воды в свободное состояние, ферментированная глюкоза в свою очередь способствует сохранению текстуры продукта, и как следствие, – увеличению сроков хранения.

*Выводы.* Использование ферментированной глюкозы при обработке свежих нарезанных овощей положительно сказывается на их качестве в процессе хранения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Овощи – продукты и сырье для функционального питания // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 3. С. 121–127.



## ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ И ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЕРЕЛОМА ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРА

Н.Ю. Самодурова, И.С. Сиднина

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России  
Воронеж, Россия  
[ira.fast.00@bk.ru](mailto:ira.fast.00@bk.ru)

*Цель исследования.* Оценка взаимосвязи характера питания и возникновения перелома проксимального отдела бедренной кости.

*Материалы и методы.* Материалами исследования явились результаты ретроспективного аналитического исследования, проведенного на основании сводных и нарастающих отчетов «Оказание медицинской помощи пациентам старше 60 лет с переломом проксимального отдела бедра (S72.0, 72.1, 72.2)» в БУЗ ВО «ВГКБСМ №10», данных ретроспективного метода 24-часового воспроизведения рациона питания у пациентов, данные научных публикаций. В ходе исследования использованы методы литературного анализа и синтеза.

*Результаты и их обсуждение.* Переломы проксимального отдела бедра (далее – ППОБ) распространены повсеместно и преимущественно поражают женщин старшей возрастной группы [1]. Одной из значимых причин ППОБ является остеопороз, успешно предупреждаемый путем соблюдения рекомендаций по рациональному питанию [1, 2].

Усвояемость продуктов питания напрямую зависит от состояния кишечного эпителиального барьера слизистой оболочки. Установлена взаимосвязь между характером питания и состоянием микробиомов кишечника. Флоры кишечника участвуют в усвоении фосфора, кальция и магния; синтезе витаминов В и К; метаболизме жирных кислот и других процессов, необходимых для сохранения костной ткани [3].

Для поддержания кишечной микробиоты необходимо обеспечивать достаточное содержание и разнообразие в рационе ферментированных продуктов, пищевых волокон. Переработанные продукты, значительно снижают защитную активность кишечных бактерий [3, 4].

*Заключение.* Характер питания, разнообразие пищевых продуктов в рационе и современные знания о микробиоме кишечника расширяют возможности профилактических мероприятий по предупреждению перелома проксимального отдела бедра. Однако требуется дальнейшее изучение поставленной проблемы с учетом результатов современных исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Исмаилов С. И., Ходжамбердиева Д. Ш., Рихсиева Н. Т. Остеопороз и низкоэнергетические переломы шейки бедра как осложнение различных эндокринных заболеваний (обзор литературы) // МЭЖ. 2013. № 5 (53).
2. Дзгоева Ф.Х. Питание при остеопорозе // Остеопороз и остеопатии. 2022. № 3.
3. Zhu B., Wang X., Li L. Human gut microbiome: the second genome of human body // Protein & cell. 2010. V. 1. № 8. P. 718-725. <https://doi.org/10.1007/s13238-010-0093-z>.
4. Булгакова Светлана Викторовна, Романчук Наталья Петровна. Микробиом кишечника и остеопороз: патогенетическая связь и перспективы терапевтических вмешательств // Бюллетень науки и практики. 2021. № 4.

## ДИНАМИКА ПОТЕРЬ БЕТАЛАИНОВЫХ ПИГМЕНТОВ И АНТИОКСИДАНТОВ В КОРНЕПЛОДАХ *BETA VULGARIS* ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ

А.А. Смоленцева, С.А. Елисеева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
smolentseva\_aa@spbstu.ru*

Столовая красная свекла *Beta vulgaris* отличается уникальными лечебно-профилактическими свойствами, научно подтвержденными в работах современных исследователей [1]. Важную роль при этом выполняют беталаиновые пигменты свеклы, обладающие антиоксидантным действием. Изменение потерь их свидетельствует о соответствии параметров тепловой обработки требованиям технологии и характеризует показатели качества кулинарной продукции из свеклы [2].

*Цель работы* – определение динамики потерь беталаиновых пигментов и суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в корнеплодах *Beta vulgaris* при тепловой обработке.

*Объектами исследования* послужили образцы: 1 – свёкла сырая сорта Цилиндра; 2 – свёкла неочищенная, запеченная в фольге  $T = 200$  °С, 60 минут; 3 – свёкла, нарезанная соломкой припущенная  $T = 98$  °С, 30 минут; 4 – свекла неочищенная отварная  $T = 98$  °С, 60 минут; 5 – свекла, нарезанная соломкой обработанная в аппарате СВЧ, 15 минут.

*Методы исследования.* ССА в образцах определяли кулонометрическим методом в соответствии с сертифицированной методикой (МВИ.01-44538054-07) с использованием серийного кулонометра «Эксперт-006»; содержание беталаиновых пигментов определяли спектрофотометрическим методом. Потери пищевых веществ рассчитывали с учетом потерь массы образцов после тепловой обработки. *Результаты исследования* приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Содержание пигментов и ССА в корнеплодах *Beta vulgaris*, в 100 г продукта**

Образец	Сухие вещества, г	Беталаиновые пигменты, г			ССА, г
		бетанин	бетаксантин	сумма	
1	18,47±0,05	2,48±0,03	1,41±0,02	3,89±0,04	1,67
2	18,73±0,30	2,77±0,02	1,32±0,02	4,09±0,02	1,65
3	14,79±0,16	1,56±0,03	0,88±0,04	2,44±0,05	1,48
4	17,57±0,26	1,90±0,02	1,00±0,02	2,90±0,03	1,73
5	42,96±1,29	6,32±0,02	3,71±0,05	10,03±0,05	4,64

В исследуемых образцах выявлена высокая корреляционная зависимость (0,98) между ССА и беталаиновыми пигментами. Потери сухих веществ и беталаинов в большей степени обусловлены диффузией в варочную среду (образцы 3 и 4); потери ССА – высокой температурой обработки и контактом с кислородом воздуха (образцы 2 и 3). Обработка свеклы в аппарате СВЧ привела к повышению содержания беталаинов и ССА на сухой вес.

*Выводы.* Показатели содержания беталаиновых пигментов и ССА могут быть использованы для оценки качества и соблюдения технологии кулинарной продукции из свеклы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Колдаев В.М., Кропотов А.В., Ли О.Н. Беталаины в практической медицине. Тихоокеанский медицинский журнал. 2023; (2):20-24. DOI: 10.34215/1609-1175-2023-2-20-24.
2. 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. Т. 36. С. 130.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ТРАВЯНЫХ ЧАЕВ, ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕРБИИ

Иван Кожик<sup>1</sup>, Томислав Тости<sup>1</sup>, Саша Джурович<sup>1</sup>, Ю.А Смятская<sup>2</sup>, Ю.К. Родыгина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белградский университет

<sup>1</sup>Белград, Сербия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

<sup>2</sup>Санкт-Петербург, Россия

[julia\\_rodygina0209@mail.ru](mailto:julia_rodygina0209@mail.ru)

Многие растения содержат большое количество химических соединений с полезными свойствами и могут быть эффективными в качестве лекарственных средств для лечения некоторых заболеваний. В связи с этим для научного сообщества представляет интерес определить качество и химический состав различных видов травяных сборов [1].

*Цель исследования.* Анализ химического профиля и состава органических и неорганических соединений широко используемых травяных чаев в Сербии.

*Материалы и методы.* Образцы для исследования: Rtanj tea (*Satureja montana*), базилик (*Ocimum basilicum*), зеленый чай (*Camellia sinensis*), шалфей (*Salvia officinalis*), пижма лекарственная (*Althaea officinalis*), тимьян (*Thymus camphoratus*), розмарин (*Rosmarinus officinalis*), мята (*Mentha piperita*) и горный чай (смесь нескольких трав) были приобретены в аптечной сети г. Белград и произведены Институтом "Dr Josif Pančić". Содержание влаги определено с использованием стандартных методов. Определение содержания сахаров проводилось с использованием жидкостного хроматографа Varian, соединенного с RI детектором. Определение содержания кофеина и витамина С проводилось с использованием жидкостного хроматографа Varian, соединенного с DAD детектором. Для определения макро- и микроэлементов, и токсичных веществ образцы растений подвергали микроволновой пробоподготовке. Анализ элементов проводился с использованием индуктивно-связанной плазмы с атомной эмиссионной спектрометрией, согласно методике (US EPA 1994). Определение ртути выполнено непосредственно из образца листьев SN с использованием анализатора ртути Milestone DMA-80, с диапазоном концентрации ртути от 5 до 200 нг/г.

*Результаты.* Все исследуемые образцы содержат менее 12 % влаги. В образце *Ocimum basilicum* фруктоза и сахароза не были обнаружены. Наибольшие концентрации глюкозы были выявлены у *Camellia sinensis* (63,8 г/л), а наименьшие – в *Mentha piperita* (26,25 г/л). *Rosmarinus officinalis* содержит наибольшее количество фруктозы (102,83 г/л), а *Althaea officinalis* (11,88 г/л), наименьшее. Сахароза в образце *Althaea officinalis* содержится в наибольшей концентрации (241,02 г/л), а в *Rosmarinus officinalis* - в наименьшей (19,4 г/л). Результаты показывают, что в *Camellia sinensis* самое высокое содержание витамина С – 2,75 г/л. Содержание кофеина в *Althaea officinalis* 0,04 г/л самое низкое из всех анализируемых образцов. Образцы травяного чая, отличаются высоким содержанием калия, кальция, железа и марганца. Ртуть не была обнаружена в образцах, что подтверждает их безопасность.

*Выводы.* Проведенные исследования подтверждают полезные свойства образцов травяного чая и их пищевую безопасность.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Vidović S., Cvetković D., Ramić M., Dunjić M., Malbaša R., Tepić A., Šumić Z., Velićanski A., Jokić S. (2013). Screening of changes in content of health benefit compounds, antioxidant activity and microbiological status of medicinal plants during the production of herbal filter tea. *Industrial Crops and Products*, 50, 338-245.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТА *ROSMARINUS OFFICINALIS* ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Г.П. Фасулаки, Е.В. Москвичева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[fasulakiig@yandex.ru](mailto:fasulakiig@yandex.ru)

С ростом интереса к мясным рубленным полуфабрикатам, они стали популярной категорией в пищевой промышленности. Однако мясные изделия подвержены микробному загрязнению, что приводит к пищевым отравлениям. Кроме того, окисление липидов также является важным фактором, влияющим на качество мясных продуктов. В последние годы природные противомикробные и антиоксидантные соединения предпочтительно используются в мясных полуфабрикатах из-за пользы для здоровья и безопасности по сравнению с синтетическими консервантами [1]. Экстракт *Rosmarinus officinalis* широко используется в пищевых продуктах, в нем содержится множество биологически активных соединений, которые обладают антиоксидантными и антибактериальными свойствами [2].

Целью исследования является определение микробиологических и физико-химических показателей мясных рубленных полуфабрикатов с добавлением экстракта розмарина.

Методики исследования. Микробиологические показатели определяли по следующим методам: определения КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15, определение бактерий группы кишечная палочка (колиформы) по ГОСТ 31747. Определение кислотного числа по ГОСТ Р 55480 в процессе хранения.

Экстракт *Rosmarinus officinalis* вводился в рецептуру рубленого мясного бифштекса в количестве 0,05–0,15 % от мясного сырья. После этого полуфабрикаты упаковывались под вакуумом и хранились в охлажденном состоянии при температуре  $4 \pm 2$  °С от 5 до 14 суток.

Результаты и их обсуждение. Результаты микробиологических показателей бифштекса с добавлением экстракта розмарина и без него показали, что при концентрации экстракта 0,1 % КМАФАнМ на 14 сутки хранения составляет  $4,6 \cdot 10^4$  КОЕ/г, при 0,12 % –  $5,2 \cdot 10^3$  КОЕ/г, при 0,15 % –  $4,6 \cdot 10^3$  КОЕ/г, что соответствует значению, допустимому по ТР ТС 034/2013. В контрольном образце бифштекса без добавления экстракта КМАФАнМ уже на 7 сутки хранения составил  $5,3 \cdot 10^6$  КОЕ/г, что выше допустимого значения. БГКП не обнаружены на протяжении всего срока хранения 14 суток ни в одном образце.

В процессе хранения бифштексов наблюдается увеличение кислотного числа в образцах на 14 сутки при концентрации розмарина 0,12 и 0,15 % соответственно 1,8 мг и 1,4 мг, в контроле – 3,6 мг г КОН/г жира. Увеличение кислотного числа в полуфабрикатах, обусловлено процессами гидролиза и накоплением свободных жирных кислот. Это не оказывает влияние на органолептические показатели у бифштекса с добавлением экстракта розмарина.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что экстракта *Rosmarinus officinalis* оказывает антимикробное и антиоксидантное действие на мясорубленные полуфабрикаты, тем самым срок хранения охлажденных мясных изделий может составлять не менее 15 суток при температуре  $4 \pm 2$  °С.

### ЛИТЕРАТУРА

1. 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. Ukrainets A.I., Pasichniy V.M., Zheludenko Y.V. Antioxidant plant extracts in the meat processing industry // *Biotechnologia АСТА*. V. 9, No 2, 2016. P. 19–27.

## ЦИФРОВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МУЧНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.Д. Фахретдинова, С.А. Елисеева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[aliya\\_fd@mail.ru](mailto:aliya_fd@mail.ru)*

*Актуальность.* Устойчивый тренд на здоровый образ жизни создает потребность в повышении содержания белка и минеральных соединений в мучных кулинарных изделиях, что достигается использованием альтернативных видов муки. Так гороховая мука отличается аминокислотным составом, близким к «идеальному белку» [1].

*Цель работы.* Оптимизировать рецептуру теста для мучных кулинарных изделий с использованием гороховой муки по аминокислотному и минеральному составу.

*Объекты и методы исследования:* контрольный образец 1–тесто густое пресное по рец. № 703 Сборника рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания (1996 г.), образец 2–тесто густое пресное из смеси пшеничной и гороховой муки (65 % : 35 % соответственно). Аминокислотный состав рассчитывали по методике ВОЗ (сравнение с «идеальным» белком). Пищевую ценность и содержание минеральных веществ в образцах определяли расчетным способом, в качестве критерия рассматривали процентное содержание в 100 г теста от рекомендуемой суточной нормы потребления по МР 2.3.1.1915—04.

*Результаты и их обсуждение.* В ходе оптимизации рецептуры густого пресного теста в образце 2 содержание белка увеличилось на 26,7 %. Аминокислотный скор мучной смеси (образец 2) оказался выше (0,95), чем в рецептуре контрольного образца (0,67) и в целом увеличился на 41,8 %. Коэффициенты усвоения и утилизации белка увеличились на 0,02 и 10,75 соответственно. Неутилизируемая часть белка снизилась на 66,2 %. Общее содержание углеводов в образце 2 снизилось на 10 %, а калорийность—на 3 %. Содержание минералов, таких как кремний, натрий, сера, фосфор, хлор, бор, железо, кобальт, ванадий, марганец, медь, молибден, селен и цинк превысило суточную потребность в них на 15 %. Более того, было установлено, что включение гороховой муки не снижает технологические свойства густого теста (эластичность, растяжимость) что делает использование смеси пшеничной и гороховой муки перспективным в технологии мучных кулинарных изделий из густого пресного теста [2].

*Заключение.* Применение цифрового прогнозирования в разработке рецептур густого пресного теста показало, что мучная композиция из пшеничной и гороховой муки имеет сбалансированный аминокислотный и минеральный состав. Расчетное содержание ряда минералов превышает 15 %, что в соответствии с ГОСТ Р 52349 обуславливает возможность использования гороховой муки в качестве основного источника функциональных пищевых ингредиентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Серебрякова, Ю. М., Елисеева, С.А. Перспективы применения изолята белка гороха посевного для продуктов здорового питания // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия: Сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. Москва, 16 декабря 2020 года. – Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. – С. 694–698.
2. Zelencova, A. D., Osipov, G. P., & Petukhov, D. V. (2021). Structural-mechanical properties study of the dough from a mixture of wheat and pea flour using an alveograph [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877423002455> (дата обращения: 19.03.2024).

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СИРОПОВ С ПОЛИДЕКСТРОЗОЙ

Фирсулов А.А.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[Firsulov.aa@edu.spbstu.ru](mailto:Firsulov.aa@edu.spbstu.ru)

К наиболее востребованным категориям ЗОЖ-продуктов относятся продукты без добавления критически значимых пищевых веществ, так называемые «Free from», к ним относится сахароза [1]. В связи с этим перед технологами может возникнуть проблема расчета рецептур на новые полуфабрикаты при замене традиционных на нестандартные ингредиенты.

*Цель работы* – обоснование замены сахарозы на полидекстрозу при расчете рецептуры сиропа для пропитывания выпеченных бисквитных коржей.

*Объект исследования* – полидекстроза (E1200), рецептура сиропа для пропитывания №56 [2]. *Методы исследования*. Для составления рецептуры использована методика расчета при замене ингредиентов в отделочных полуфабрикатах для мучных кондитерских изделий. Поскольку сахароза и полидекстроза по своему химическому составу в рецептуре сиропа рассматриваются как простые компоненты, за основу берется способ замены простого компонента на компонент, аналогичного назначения, но отличающийся массовой долей сухих веществ [3]. Массовую долю сухих веществ в полидекстрозе определяли высушиванием навески полидекстрозы до постоянной массы при температуре  $120 \pm 2$  °С в течение 60 мин.

*Результаты* представлены в табл. 1. Массовая доля сухих веществ в полидекстрозе составляет  $96,22 \pm 1,25$  %. Полученные данные использовали для расчета новой рецептуры на отделочный полуфабрикат «Сироп для пропитывания», табл. 1.

**Таблица 1. Рецептура сиропа после замены сахара полидекстрозой**

Наименование сырья и полуфабрикатов	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на п/ф для 10 кг готовой продукции, г		Расход сырья на п/ф для 10 кг готовой продукции при замене сырья, г	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура полуфабриката — помада сахарная на 10000 г					
Сахар песок	99,85	5131,00	5123,30	—	—
Полидекстроза (E1200)	96,22	—	—	5324,57	5123,30
Эссенция ромовая	0,00	19,20	0,00	19,20	0,00
Коньяк или вино десертное	0,00	479,50	0,00	479,50	0,00
ИТОГО	—	5629,70	5123,30	5823,27	5123,30
ВЫХОД	50,00	10000,00	5000,00	10000,00	5000,00

*Выводы*. В ходе работы адаптировали рецептуру сиропа для пропитывания с сахарозой, заменив её на полидекстрозу, с использованием метода расчета рецептур на основе массовой доли сухих веществ для кондитерских изделий, применяемого при включении нестандартных рецептурных ингредиентов. Использование данного метода расчета позволяет разрабатывать нормативную документацию на новую пищевую продукцию, соответствующую современным требованиям и тенденциям функционального питания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Nielsen: около 80% потребителей выбирают товары для здорового питания: // РБК Про. 2019. URL: <https://pro.rbc.ru/demo/5c94a0949a7947d9b1f4223f>. (Дата обращения: 20.03.2024).
2. Павлов, А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / А. В. Павлов. – СПб.: Профи, 2005. – 296 с.
3. Скобельская, З. Г. Технология кондитерских изделий. Расчет рецептур / З. Г. Скобельская. М.: Лань, 2023. 84 с.

## ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА В ТЕХНОЛОГИИ КЕКСА В КАЧЕСТВЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЯ

Е.А. Харитоновна, М.С. Киреева

*Санкт-Петербургский Политехнический университет имени Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[Zenaharitonova832@gmail.com](mailto:Zenaharitonova832@gmail.com)*

Использование гидроколлоидов в пищевой промышленности, в частности в мучных кондитерских изделиях – перспективное направление научных исследований в России. Гидроколлоиды семян льна представлены полисахаридами, сосредоточенными в льняной слизи.

Образование льняной слизи обусловлено тем, что 80 % углеводов представлено слизиобразующими полисахаридами: арабиноксиланами и галактоглоканами [1]. Для слизей льна характерно образование вязких растворов. Консистенция этих вязких растворов чем-то напоминает консистенцию меланжа. Эти наблюдения стали решающим аргументом для попытки использования льняного сырья в качестве яичного заменителя

*Цель работы* – изучить структурообразующие свойства семян льна при приготовлении кексов. Провести оценку плотности и пористости изделия. Дать оценку полученным результатам, опираясь на ГОСТ 15052–2014 «Кексы. Общие технические условия».

*Объекты исследования:* кексы, из пшеничной муки и льняного семени

*Методика исследования:* Тесто для кексов без яйца замешивали на основе размолотого льняного семени, замоченного теплой водой в отношении 1 : 3. Далее к полученному вязкому раствору добавляли сахар, незначительное количество растительного масла, а также разрыхлитель и муку. Изделия выпекали в два этапа: первые 30 при температуре около 150 °С, а затем еще час при температуре 180 °С. После охлаждения и выстаивания образцов на протяжении 8 часов, определяли плотность и пористость изделий

*Результаты и обсуждение.* Полученные изделия полностью пропеклись, увеличились в объеме, имели красивую шапочку без трещин. На изломе было видно, что структура пористая, следов комков или непромеса нет. Видны небольшие вкрапления молотого семени. У полученных изделий замерили нормативный показатель по ГОСТ – плотность, а также пористость. Результаты определения показателей качества приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Плотность кексов с использованием семян льна**

Образец	Масса, г	Объем, см <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Плотность ГОСТ 15052-2014 г/см <sup>3</sup>	Пористость
Образец 1	28,29	18,09	0,539±0,01	0,55	51,75±4,96
Образец 2	27,74	18,09	0,529±0,01		51,69±4,96
Образец 3	28,17	18,09	0,537±0,01		55,18±4,96

*Заключение.* По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что полисахаридный комплекс семени льна, может служить полноценным структурообразователем при выпечке кексов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Количественная и качественная оценка слизей семян масличных сортов льна // Масличные культуры. – 2012. – С. 95–102.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПРОДУКТА НА ОВСЯНОМ МОЛОКЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ КОНОПЛЯНОГО ПРОТЕИНА

Д.В. Ховренкова, И.А. Баженова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[lem17@yandex.ru](mailto:lem17@yandex.ru)*

В настоящее время возрастает интерес к заменителям молочных продуктов растительного происхождения как среди веганов, так и у людей с непереносимостью лактозы. Учитывая лактозную непереносимость у 70 % взрослых [1] и веганские ограничения, продукты на основе овсяного молока с конопляным протеином [2] значительно повышают питательную ценность рациона. Дополнение рецептуры ферментированного продукта семенами чиа и льна усиливает ее питательный профиль [3], обеспечивая высокое содержание углеводов, пищевых волокон, эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот, а также полный набор важнейших аминокислот, что делает конечный продукт источником белка и легкоусвояемым.

*Цель* данной работы – разработка рецептуры ферментированного продукта на основе овсяного молока, обогащенного конопляным протеином, направленной на обеспечение потребностей в высококачественном белке.

*Объекты и методы исследования.* Объектом выбран разработанный ферментированный продукт, содержащий овсяное «молоко», конопляный протеин, семена льна и чиа. Для определения качества готового ферментированного продукта использовали органолептический метод оценки готовых изделий по ГОСТ 31981-2013.

При производстве продукта смешивали овсяное молоко с яблочным и цитрусовым пектинами, конопляным протеином, инулином и лактатом кальция. После растворения компонентов вносили производственную закваску (3–5 %) и интенсивно перемешивали. Массу разливали в стеклянные емкости, инкубировали при 40 °С в течение 12 часов, затем охлаждали в холодильнике. В финальную смесь добавляли семена чиа, льна, пюре банана и сироп агавы. Полученный продукт имел зеленоватый цвет и консистенцию йогурта.

*Результаты и их обсуждение.* Разработанный продукт обладает мягкой, кремообразной консистенцией, приятным вкусом с выраженными нотками банана и орехов, содержит 3 г белка на 100 г готового продукта, что определено расчетным способом.

*Заключение.* Ферментированный продукт, обогащенный витаминами, минералами, растительными белками, клетчаткой, омега-3 и пробиотиками, укрепляет здоровье пищеварительной и сердечно-сосудистой систем, иммунитет, способствуя балансу макро- и микроэлементов. Рекомендуется веганам и людям с непереносимостью лактозы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Cui L, Jia Q, Zhao J, Hou D, Zhou S. A comprehensive review on oat milk: from oat nutrients and phytochemicals to its processing technologies, product features, and potential applications. *Food Funct.* 2023 Jul 3;14(13):5858-5869. doi: 10.1039/d3fo00893b. PMID: 37317702.
2. Меренкова С.П. Обоснование технологии растительного молока на основе семян конопли технической и оценка его пищевой и биологической ценности / С.П. Меренкова, И.Ю. Потороко, Д.В. Ильков, А.А. Матвеев / Вестник ЮурГУ. Серия «Пищевые технологии». 2019. № 3. С. 41-51.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АМАРАНТОВОЙ И РИСОВОЙ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛЕБА

А.В. Цирюльникова, Э.Э. Сафонова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия  
[alex85@yandex.ru](mailto:alex85@yandex.ru)

Закваски являются итогом длительного процесса ферментации и натурального брожения в результате природного взаимодействия симбиотических культур диких дрожжей и молочнокислых бактерий, развивающихся в смеси муки и воды при определенных условиях и предназначены для приготовления безглютеновых хлебобулочных изделий [1,2].

*Цель работы:* оценка органолептических и технологических характеристик амарантовой и рисовой закваски в производстве безглютенового хлеба.

*Материалы и методы.* Безглютеновая амарантовая и рисовая закваски (рис.1). В их состав входят: термически необработанные и цельносмолотые виды безглютеновой муки (амарантовая и рисовая).



а)



б)

**Рисунок 1 – Безглютеновая закваска: а) рисовая и б) амарантовая**

*Результаты исследования.* Рисовая закваска (рис.1а) молочно-белого цвета, гладкая, не комкается, с дрожжевым запахом без посторонних оттенков. Амарантовая закваска (рис.1б) бежево-коричневого цвета с вкраплениями амаранта, рассыпчатая, комкается, с дрожжевым травянистым запахом, слегка земельным.

Были проведены лабораторные исследования кислотности, влажности и микробиологические исследования заквасок в СГУ науки и технологий им. Академика М.Ф. Решетнева. Кислотность [3] амарантовой закваски составила 16,1 град, рисовой 4,85 град. Влажность амарантовой закваски 57,75 %, рисовой 54,85 %. Содержание мезофильных, аэробных и анаэробных микроорганизмов в рисовой  $4,2 \cdot 10^5$  КОЕ/г, амарантовой  $3 \cdot 10^6$  КОЕ/г. Дрожжи, дрожжеподобные плесневые грибы в рисовой  $2 \cdot 10^2$  КОЕ/г, амарантовой  $4,5 \cdot 10^3$  КОЕ/г. *E. coli* и БГКП, *S. aureus* в исследуемых образцах не обнаружено. Закваски по своей влажности относятся к густым. Кислотность, особенно амарантовой, довольно высокая, но это в рамках допустимого для безглютенового хлеба.

*Выводы.* Таким образом использование заквасок в производстве безглютенового хлеба поможет улучшить его вкус, текстуру и структуру.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Польза хлеба на закваске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://budzdorow.ru/pitanie/polza-khleba-na-zakvaske/> (Дата обращения: 07.03.2024).
2. Закваски [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://infofarm.ru/alphabet\\_index/z/zakvaska.html](https://infofarm.ru/alphabet_index/z/zakvaska.html) (Дата обращения: 13.03.2024).
3. ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности.

## РАЗРАБОТКА ШОКОЛАДА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИКИ РФ

Ш.А. Шамилов, Н.В. Заворохина

*Уральский государственный экономический университет  
Екатеринбург, Россия  
[Achabovich@yandex.ru](mailto:Achabovich@yandex.ru)*

На сегодняшний день шоколад остается одним из самых популярных пищевых продуктов. Российский рынок шоколада на 91 % состоит из продукции отечественного производства. Вместе с спросом на шоколадную продукцию растут и требования потребителей, сегодня потребитель отдает свой выбор в пользу обогащенных продуктов питания. На прилавках в торговых сетях можно встретить обогащенные шоколадные изделия, чаще всего обогащают витаминно-минеральными премиксами, орехами как источник полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и другие обогатители как растительного, так и животного происхождения. Но шоколадных изделий, обогащенных дикорастущим сырьем Крайнего Севера не так много [1].

*Цель исследования* заключается в выявлении потребительских предпочтений среди населения Крайнего севера в пользу шоколадных изделий, подборе сырья и способов обогащения шоколадных изделий.

*Материалы и методы* для выявления потребительских предпочтений был применен способ – анкетирования, подбор сырья и способы обогащения шоколада методом индукции, систематизации и обобщения, основанных на научных исследованиях.

*Результаты исследования* согласно результатам проведенного анкетирования, большинство опрошенных выбирали темный шоколад (54 % среди опрошенных), а в качестве обогащающего продукта – местное растительное сырье, а именно ягоды, произрастающие на территории Крайнего Севера (79 % опрошенных).

Для обогащения шоколада ягоды Крайнего Севера будут вноситься в шоколад в виде сублимированных порошков, размер частиц которых составляет не более 2 мкн. Предварительно сублимированный порошок ягод необходимо соединить с какао-маслом, температура которого не выше 40 °С, после чего массу объединить с шоколадом, температура которого равна 45 °С. Далее проводят манипуляции по темперированию шоколада, разливают его в подготовленные поликарбонатные формы, кристаллизуют, затем шоколадные плитки извлекают из форм, упаковывают и отправляют на реализацию. Хранить изделия необходимо при температуре не выше 18 °С.

*Заключение.* Согласно вышеуказанной информации, разработка обогащенных шоколадных изделий для населения Арктики РФ из местного растительного сырья – является перспективным и конкурентоспособным направлением. Внесение сублимированных порошков ягод или растений, не ухудшают качество обогащаемого изделия, а способствуют только улучшению потребительских свойств и повышению содержания витаминов и минеральных веществ в составе продукта.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шамилов, Ш. А. Перспективы использования Арктического сырья в разработке функционального шоколада / Ш. А. Шамилов // *Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвящённой 15-летию Института промышленных технологий и инжиниринга: Сборник статей. В 3-х томах, Тюмень, 16–18 ноября 2023 года.* – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. С. 426–428.

## Содержание

### Молекулярная и клеточная биотехнология

А.П. Апрелькова, В.С. Мунтян, М.Л. Румянцева. Антифаговые системы защиты клубеньковых бактерий <i>Sinorhizobium spp.</i> .....	6
Т.А. Болотникова, И.А. Владимиров, Д.И. Богомаз, О.А. Павлова, К.В. Воробьев. Молекулярная диагностика гипертрофической кардиомиопатии <i>Felis catus</i> .....	7
А.А. Красникова, Н.Ю. Самодурова. Влияние водного раствора молекулярного водорода на тучные клетки в экспериментальной модели поллиноза .....	8
М.Е. Лапкасов, Ю.В. Ухатова, Т.А. Кузнецова. Изучение каллусогенеза у сортов <i>Beta vulgaris l.</i> .....	9
М. А. Мерхасина, А. С. Мороз, Е. Б. Аронова. Оценка аналитической чувствительности тест-системы для определения рнк вирусного гепатита с методом пцр в реальном времени...	10
М. А. Мерхасина, А. С. Мороз. Оценка стабильности тест-системы для определения рнк вирусного гепатита с методом пцр в реальном времени при отложенном старте .....	11
З.Е. Морозова, Е.А. Ячникова, Е.А. Нечаева, Д.А. Некрасова. Влияние ферментов антиоксидантной защиты на прорастание семян <i>Astragalus DASYANTHUS</i> .....	12
К.В. Нагорный, Н.А. Румянцева, А.Д. Ведяйкин. Использование crispr-интерференции для снижения экспрессии генов <i>ftsA</i> и <i>ftsZ</i> в бактериях <i>Mycoplasma gallisepticum</i> .....	13
А.М. Нарыкина, А.Ю. Конев. Изучение роли гена <i>rad51d</i> в репарации разрывов днк на <i>Drosophila melanogaster</i> .....	14
Д.Ю. Орёл, В.А. Нестеренко, М.А. Афанасьева, Л.Н. Малинникова, Н.Е. Морозова. Модификация бактериофагов для изучения механизмов работы защитных систем бактерий от вирусов .....	15
А.О. Причепка, Л. Н. Малинникова, Н.Е. Морозова. Влияние количества сайтов рестрикции на эффективность работы рм систем.....	16
Б.Р. Рахимов, Д.М. Марченко, М.Г. Хотин, М.С. Божокин. Получение лентивирусных частиц для трансдуцирования дермальных фибробластов .....	17
А.А. Романова, Т.А. Григорьева. Роль белок-белкового взаимодействия <i>amrk-mdm2</i> в регуляции транскрипционной активности онкосупрессорного белка <i>p53</i> .....	18
А.А. Рыбалкина, О.Г. Люблинская. Использование биосенсора <i>hupr</i> для оценки эффективности систем антиоксидантной защиты клеток <i>k-562</i> .....	19_Тос170753479
Е.В. Соболева, Т.О. Артамонова, В.Р. Сергеев, Ю.В. Киль, Г.Н. Рычков, М.А. Суржик. Характеризация хитозаназной активности <i>Bacillus velezensis 67(1)</i> .....	20
А.А. Рямова, Т.В. Шаронова, А.В. Малек. Разработка технологии обратимой сорбции внеклеточных нановезикул с помощью аптамеров .....	21
О.А. Семичева, А.С. Мороз, В.С. Федорова, У.А. Галактионова, О. Образцова, В.Н. Большаков. Определение мутаций в гене <i>cfr</i> методом пцр в реальном времени для диагностики муковисцидоза.....	22
Хуавэй Суй, Ю.Г. Базарнова. Pass online-прогнозирование фармакологических эффектов производных бетулина .....	23
Д.И. Телух, Е.С. Белокурова. Моделирование культуральных сред для максимального накопления биомассы дрожжей <i>rhodotorula</i> .....	24
Е.В. Торкунова, Ю.А. Смятская. <i>In silico</i> прогнозирование биологической активности полисахарида клеточной стенки <i>Chlorella vulgaris</i> .....	25
Н.Д. Федорова, С.В. Горелов, А.В. Швецов, Е.Ю. Варфоломеева. Изучение влияния церулоплазмينا и фибриногена на подвижность нейтрофилов периферической крови методом конфокальной микроскопии .....	26
Д.А. Черникова, Ю.Г. Базарнова, С. Джурович. Фитохимические вещества экстракта из перегородок ореха грецкого.....	27

## Биотехнология в медицине

А.А. Абржина, М.А. Бурмасова, М.А. Сысоева. Выбор способа экстракции гриба <i>Trichaptum biforme</i> для более полного извлечения биологически активных веществ.....	29
Хади Алхаж. Определение серотипового состава пневмококков, выделенных из клинического материала.....	30
В.В. Архипов, Т.С. Хейло. Изучение эффективности ингаляционной водородотерапии у пациентов с синдромом энцефалопатии с применением офтальмологической капилляроскопии .....	31
Е.В. Башкатова, Н.Т. Жилинская, Ю.Г. Змитриченко, Г.В. Точильников. Изменение концентрации восстановленного глутатиона в печени экспериментальных животных .....	32
А.Р. Белоусов. Биомедицинский потенциал белка из гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	33
И.Д. Беляева, А.Д. Беляева, А.Р. Сахипова, Г.Г. Няникова, К.Д. Мартинсон. Антимикробная активность комплекса «феррит-грибной хитозан» в отношении дрожжей...	34
Н.В. Березенкова, А.В. Лисок, В.Н. Большаков. Влияние этапа сорбции на эффективность выделения нуклеиновых кислот из сухих пятен крови методом экстракции на магнитных частицах .....	35
В.Р. Бикучева, О.И. Болотникова. Создание и валидация модели экспериментальной гриппозной инфекции мышей для тестирования эффективности кандидатных противогриппозных препаратов .....	36
Е.К. Билятдинова, А.А. Орлова, К.В. Сивак, Д.Н. Разгуляева. Исследование противогерпетической активности дафнетина и его комбинаций .....	37
Н.А. Верлов, А.В. Яковлева, И.И. Скибо, В.Л. Эмануэль. В поисках новых лечебных биотехнологий обратимся «назад в будущее» .....	38
М.А. Вилисова, А.И. Мироненков. Определение оптимальных условий для культивирования микрозелени и клеточной культуры растений семейства <i>brassicaceae</i> с целью увеличения концентрации глюкозинолатов в биомассе растений.....	39
Е. А. Войниченко, Я. А. Романова, А. Х. Касимова, И. А. Боталова. Применение алкилдиметилбензиламмоний хлорида при фракционировании гамма-глобулиновой фракции белков плазмы.....	40
М.К. Ворсина. Применение вспомогательной системы сквалан-токоферол для получения моноспецифической сыворотки .....	41
К.Н. Григорьева, А.А. Дмитриева, А.А. Иванова. Антитела к гипохлорит модифицированным липопротеинам низкой плотности.....	42
Г.С. Джегер, Д.В. Лукьянов, С.В. Коклюшкина, В.Н. Большаков. Перспективы получения рекомбинантных аллергенов в дрожжах <i>Pichia pastoris</i> .....	43
А.М. Шабалов, Е.А. Корниенко, М.А. Дмитриенко, А.А. Чекменева, Д.С. Шамрицкая. Липидный обмен и функциональное состояние гепатопанкреатической зоны у детей с синдромом избыточного бактериального роста тонкой кишки .....	44
А.Д. Зенина, А.В. Сагайдак, Т.А. Григорьева. Тест-система для оценки активности абс-транспортеров в опухолевых клетках .....	45
А.М. Иванова, Н.Н. Рухляда, М.А. Дмитриенко, В.С. Дмитриенко. Новый метод экспресс-определения ферментативной активности в соскобе из урогенитального тракта.....	46
Н.О. Каменщиков, М.А. Тё, Ю.К. Подоксенов, Б.Н. Козлов. Кондиционирование оксидом азота у пациентов с хронической болезнью почек при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением .....	47
В.А. Килимник, А.А. Чекменева, Д.С. Шамрицкая, М.А. Дмитриенко. Устройство для определения водорода в воздухе в высоких концентрациях .....	48
Д.А. Курова, В.Р. Хабибрахманова. Сравнительная характеристика физико-химических показателей и антиоксидантной активности меланинов чаги .....	49
К.С. Кутявин, Б. С. Хайдаршин, О. Ю. Нестерова, Е. В. Шиляева, В. В. Скурыгин. Иммунизация антибиотика и его применение в перевязочных материалах.....	50

И.М. Лапина, Е.В. Журишкина, Д.А. Головкина, А.А. Кульминская. Фукоиданы из бурых морских водорослей как перспективная основа для создания лекарственных и лечебно-профилактических препаратов .....	51
П.А. Локтева, М.С. Князева, А.В. Малек. Перспективы применения маркерных молекул микрорнк для дифференциальной диагностики фолликулярных новообразований щитовидной железы .....	52
А.В. Марочкович, А.А. Муштуков, Е.А. Пензенцева, В.Н. Большаков. Использование магнитных частиц на основе оксидов титана и циркония для селективного выделения рнк...53	53
М. А. Мерхасина, А. С. Мороз, Е. Б. Аронова. Оценка аналитической чувствительности тест-системы для определения рнк вирусного гепатита с методом пцр в реальном времени..54	54
М. А. Мерхасина, А. С. Мороз, Е. Б. Аронова. Оценка робастности тест-системы для определения рнк вирусного гепатита с методом пцр в реальном времени .....	55
А.С. Мороз. Оценка стабильности пцр-тест системы для диагностики вируса гепатита b при хранении в лиофилизированной форме .....	56
Н.М. Муста Оглы, М.Р. Гамзов, А.А. Гамзова, Н.Т. Жилинская, А.Н. Бландов, С.М. Орехова. Компьютерное прогнозирование ферментативной активности гриба <i>Hericum erinaceus</i> .....	57
О. Образцова, А.С. Мороз, О.А. Семичева, В.Н. Большаков, Е.Б. Аронова. Мультиплексирование системы для определения мутации <i>f508del</i> в гене <i>cfr</i> с использованием дискриминирующих зондов .....	58
А.А. Орлова, Е.К. Билятинова, К.В. Сивак, Д.Н. Разгуляева. Исследование противогерпетической активности глицирризиновой и феруловой кислот, а также кверцетина .....	59
Е.В. Папонова, Е.Б. Аронова, Н.Т. Жилинская. Изучение антибактериальных свойств водно-спиртовых растворов экстрактов лишайников <i>Cladonia</i> и <i>Parmelia</i> .....	60
Н. Д. Пономарёв, А. Ю. Шпачук, В. А. Колодязная. Подбор источников органического азота для культивирования <i>Streptomyces sp.</i> С целью получения холестеролоксидазы.....	61
И.Ш. Прозорова, К.С. Печникова, М.А. Сысоева, Е.В. Сысоева. Подбор условий глубинного жидкофазного культивирования гриба <i>Trichaptum abietinum</i> ks10.....	62
И.Ш. Прозорова, Р.О. Красильников, Ю.С. Парикова, М.А. Сысоева, Е.В. Сысоева. Метаболиты грибов <i>Daedaleopsis tricolor</i> ks11 и <i>Pycnoporellus fulgens</i> ks12 и перспективы их использования.....	63
В.А. Романовская, А.Ю. Антипова. Определение титра igg антител к вирусу кори с помощью ифа тест-систем разных производителей.....	64
В.К. Румянцева, С.Н. Морозкина, М.В.Успенская, М.Г. Петухов. Релаксация стерических напряжений лигандов белков радикально меняет результаты виртуального скрининга ингибиторов роста амилоидных фибрилл типа ttr.....	65
Г.С. Степанов, Ю.О. Королева, А.С. Хлудин, М.М. Шамцян, Н.В. Леонова, Е.В. Воробейчиков. Сравнительное изучение коллагенолитической активности ферментов <i>Coprinopsis cinerea</i> и <i>Paralithodes camtschaticus</i> .....	66
А.С. Суслова, Б. Яздурдыев. Перспективы использования нейросетей для определения трехмерной структуры белковых молекул .....	67
Е.С. Тасаева, К.Л. Шнайдер, М.Е. Зиновьева. Получение бактериальных лизатов методом автолиза .....	68
Д.А. Фалалеева, А.Е. Гончаров. Характеристика биологических свойств вирулентного бактериофага <i>Escherichia coli phita5-7</i> , выделенного из орнитогенного биоценоза восточной антарктиды.....	69
А.Г. Хакимова, М.Е. Зиновьева, К.Л. Шнайдер. Энзиматическое получение антимикробных глицеридов.....	70
А.С. Хлудин, Г.С. Степанов, М.М. Шамцян, Б.А. Колесников. Влияние ионов металлов на специфическую активность коллагеназы базидиомицета <i>Coprinopsis cinerea</i> .....	71
Ж.Л. Цыденешиева, Ю.Н. Шкрыль, Ю.Н. Югай, Е.С. Менчинская. Биогенез	

экзосомальных растительных везикул <i>Vitis vinifera</i> и их характеристика.....	72
Д.А. Черникова, Ю.Г. Базарнова, С. Джурович. Фитохимические вещества экстракта из перегородок ореха грецкого.....	73
Д.С. Шамрицкая, В.А. Килимник, А.А. Чекменева, М.А. Дмитриенко. Устройство для определения уровня кислорода в выдыхаемом воздухе.....	74
Мохамед Фриуи, Андрей Шамцян. Биологически активные соединения грибов, которые могут помочь предотвратить и вылечить заболевания.....	75

## **Пищевые биотехнологии**

Ж.Б. Бактыбекова, Л.Н. Рождественская. Биотехнологическая деструкция белков бобовых для производства новых пищевых продуктов.....	77
А.С. Басковцева, Н.В. Баракова, А. Рим, В.И. Кувшинова. Потенциал использования пектиновых веществ для обогащения кисломолочных продуктов.....	78
А.Р. Белоусов. Применение новых препаратов в виноделии.....	79
Н.Ю. Быкова, В.Я. Черных. Контроль процесса производства ржаного хлеба с учетом реологических и биотехнологических свойств полуфабрикатов.....	80
Г.И. Герасимчик, Е.Э. Куприна. Изучение кожи рыб семейства сельдевых в качестве сырья для получения полиненасыщенных жирных кислот.....	81
Е.Ю. Грушина, Н.С. Лимарева. Исследование химического состава и пищевой ценности пастильных изделий для спортивного питания.....	82
А.И. Киско. Реологические показатели теста с добавлением муки киноа.....	83
О.Л. Ладнова, Е.В. Извекова, Н.А. Зайцев. Влияния фруктово-ягодных порошков на бродильную активность сухих хлебопекарных дрожжей.....	84
Н.С. Лимарева, В.П. Юрченко, В.Б. Малахов. Исследование возможности применения рябины черноплодной в технологии функциональных напитков.....	85
В.В. Лопатько. Эффективность применения фитаз для снижения фитиновой кислоты в гидролизатах горохового белка.....	86
А.А. Сурин, Д.С. Мысаков. Современные тенденции применения комбинированных способов тепловой обработки сырья животного происхождения.....	87
Н.В. Неповинных. Пищевые бигели: влияние соотношения гидрогель: олеогель и концентрации гелеобразователя на текстурные свойства.....	88
И.М. Полякова. Спермидин.....	89
О.Е. Рачилова, И.А. Панкина. Перспективы использования растительных добавок в кондитерских массах.....	90
Е.А. Рудова, Е.Э. Куприна. Анализ компонентного состава смесей для шприцевания рыбных полуфабрикатов.....	91
В.Я. Черных, Ю.Ю. Печникова, Д.О. Сметанин. Методы оценки качества пшеничной муки по параметрам пробной лабораторной выпечки хлеба.....	92
В.Я. Черных, Д.О. Сметанин, Ю.Ю. Печникова. Влияние дозировок пшеничного солода и сухой клейковины на структурно-механические свойства мякиша пшеничного хлеба.....	93
Е.А. Трошина, Вяткин А.В. Бета - глюканы злаков в рационе питания.....	94
С.О. Шершикова, Н.В. Барсукова. Изучение влияния ультразвукового воздействия на антиоксидантный статус ягодного морса.....	95
М.В. Абдурахманов, А.В. Арисов. Вторичные сырьевые ресурсы в технологии овощных чипсов.....	96
В.В. Плотникова, Я.В. Малолеткова. Изучение возможности использования муки из топинамбура в рецептуре галет.....	97
А.В. Торопова, Н.В. Баракова, А.А. Копылова, А.Ю. Павлова. Микробиологический синтез абсцизовой кислоты для медицинского применения.....	98
В.А.Черкесова, А.В. Соколова, Н.В. Баракова, А.С.Митюков. Получение ультрадисперсной гумато-сапропелевой суспензии с требуемым рН.....	99

А.В. Правда, А.Е. Афанасенко. Влияние фенольных веществ на сбраживание пивного сусла .....	100
А.Н. Бесько, Е.А. Квашенко. Влияние температуры сушки на количество фенольных веществ в экстракте зеленого чая .....	101
Е.А. Квашенко, А.Н. Бесько, Ю.Д. Суркова. Влияние пектина на бродильную активность дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	102
Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьникова, Е.Д. Рожнов. Технология растительного консерванта.....	103
М.А. Буслова, Н.В. Баракова. Влияние ультразвука на микробиологический состав кефирного продукта.....	104
Д.В. Гурова, Л.Н. Рождественская. Обоснование технологии получения патоки из остаточных продуктов гидролиза крахмала .....	105
И.В. Крылова. Ферментативный гидролиз подсолнечного шрота.....	106
Ю.А. Максименко, О.И. Коннова, С.А. Свирина. Конструкция установки и рациональные режимные параметры для ультразвуковой экстракции инулина .....	107
А.В. Крюков. Использование технологии high pressure processing в технологии напитков .....	108
Г.С. Онуфриенко, О.Б. Иванченко. Влияние экстрактов можжевельника обыкновенного на окисление жиров в хлебулочных изделиях .....	109
М.Е. Баганова, О.В. Келейникова, Д.А. Крыласов, В.К. Чеботарь. Эндозитные бактерии растений - перспективный ресурс для создания полуфункциональных микробиологически активных минеральных удобрений.....	110
П.С. Бикбулатов, О.В. Чугунова. Влияние протеаз на организм спортсмена.....	111
Е.Э. Куприна, П.А. Подцыкина. Изучение иммуотропного действия биологически активных веществ днк из молок лососевых рыб .....	112

### Экологическая биотехнология

Кульминская А.А. Микробиологические и ферментативные системы для переработки промышленных отходов.....	114
А.Е. Барашков, Н.Т. Жилинская. Применение водных макробеспозвоночных в качестве биоиндикаторов загрязнения прудов-охладителей атомных электростанций.....	115
Д.Д. Закирова, Т.А. Кузнецова. Культивирование микроводоросли <i>Chlamydomonas geitleri</i> ettl на средах с мелассой .....	116
А.А. Павлова, Анфаль. Определение режимов экстракции белка из дефенолированного подсолнечного шрота .....	117
А.Д. Севастьянова, Ю.Г. Базарнова, А.В. Нащекин. Влияние ферментативной модификации на пористость скорлупы грецкого ореха .....	118
О. В. Киселева, Демиденко Н.Ю. Перспектива прямой биоконверсии растительного сырья грибами рода <i>pleurotus</i> для её полезного использования в производстве белковых продуктов.....	119
Я.О. Князева, Т.А. Гурова. Выявление степени скрытой выполненности семян <i>pinus sylvestris</i> l. Для прогноза их хозяйственной пригодности.....	120
Л.Л. Соколовская, Ю.А. Смятская. Оценка эффективности сорбции тяжелых металлов черноморской диатомовой водорослью <i>Climaconeisscalaris</i> (brébisson) e.j. сох.....	121
С.А. Арутюнян, Т.У. Степанян, Г.М. Хачатрян, В.Б. Гогинян. Инокулирование семян сои и нута консорциумом клубеньковых бактерий и цианобактерий.....	122
С.Д. Исаков, Д.И. Богомаз, О.А. Павлова, О.И. Болотникова. Т-днк-опосредованное распространение неадаптивных признаков в популяциях растений как новый метод борьбы с сорняками .....	123
М.М. Герцен, Ю.В. Каледин, Л.В. Переломов. Влияние торфяных гуминовых кислот на бактерии-нефтедеструкторы рода <i>Pseudomonas</i> .....	124

А.В. Ильина, А.Г. Демин, С.А. Галкина, Р.Г. Сахабеев. Анализ возможности идентификации днк водоплавающих птиц в образцах воды ладожского озера.....	126
Т.Б. Лисицкая, Я.А. Веселова, Т.Д. Князева. Могут ли анаморфные грибы фиксировать азот?.....	127
Г.Г. Няникова, И.М. Царовцева, И.Д. Беляева, В.А. Леонов. Выделение микроорганизмов, участвующих в коррозии строительных конструкций .....	128
Л.Т. Крупская, М.Ю. Филатова, И.В. Шугалей, А.В. Леоненко. Создание лесных плантаций на объектах леснойрекультивации .....	129
П. В. Желначева, Т. Э. Кулешова. Формирование напряжения в двухкамерном микробном топливном элементе с активным илом в зависимости от концентрации органического питания.....	130
М. К. Горбунова, А. П. Козлова, М. Л. Румянцева. Биологические свойства ризобифага из почв северо-западного региона рф.....	131
В.А. Леонов, Л.Э. Беллендир. Исследование микрофлоры донных отложений обскойгубы в районе морских сооружений.....	132
Е.М. Эзерина, Т.Э. Кулешова. Формирование разности потенциалов в гидропонном растительно-микробном топливном элементе при выращивании различных образцов кресс-салата .....	133
А.Р. Венедиктова, Ю.К. Родыгина, Д.В. Кудрявцев. Изучение фосфатмобилизирующей активности эпифитных бактерий растений <i>Agropyron desertorum</i> , <i>Alhagi pseudalhagi</i> и <i>Chenopodium album</i> .....	134
А.А. Столярова, Е.И. Кипрушкина. Биоконтрольная активность штаммов <i>bacillus</i> на плодах минеолы в условиях искусственного заражения .....	135
В.Д. Якушина, О.Б. Иванченко, А.С. Галушко. Выделение ассоциативной микрофлоры корней <i>Steviarebaudiana bertonii</i> .....	136
З.А. Гасиева, Т.Э. Кулешова, О.Б. Иванченко, А.С. Галушко. Изучение окислительно-восстановительных процессов в ризосфере салата <i>Lactuca sativa</i> .....	137
К.Ф. Меллати, Т.Э. Кулешова, В.Д. Якушина, З.А. Гасиева, А.С. Галушко, Г.Г. Панова. Влияние биологически активных экстрактов из растений томата и огурца на показатели роста шпината.....	138
А.А. Воронина, А.Р. Венедиктова, В.Д. Антонова. Анализ физиолого-биохимических свойств эпифитных бактерий, выделенных из <i>Alhagi pseudalhagi</i> для создания ростостимулирующих биопрепаратов .....	139
Ю.К. Родыгина, Д.С.Афанасова, В.Н. Пищик. Липолитическая и азотфиксирующая активность штаммов, выделенных со стеблей и листьев <i>Agropyron desertorum</i> , <i>Chenopodium album</i> и <i>Alhagi pseudalhagi</i> .....	140
Д.Р. Червоткина, А.В. Абаева. Активная упаковка для пищевых продуктов на основе экстракта тысячелистника обыкновенного .....	141
А.И. Ковальчук, Ю.В. Косульников, О.Б. Иванченко. Исследование ростостимулирующей активности <i>Pseudomonas</i> sp. на сою сортов «эн аргента» и «аляска» .....	142
В.А. Ладкина, Т.А. Кузнецова. Влияние суспензии микроводорослей <i>Scenedesmus</i> sp. Меуен на прорастание семян амаранта .....	143
Ю.Р. Ермилова, Е.Ю. Аракелян, И.А. Панкина. Физико-химический анализ почв в сельскохозяйственной биотехнологии .....	144
В.Д. Антонова, Д.В. Кудрявцев, О.А. Борцова, В.Н. Пищик. Анализ амилолитической активности эпифитных бактерий растений <i>Agropyron desertorum</i> , <i>Alhagi pseudalhagi</i> и <i>Chenopodium album</i> .....	145
Д.С. Афанасова, Д.В. Кудрявцев, О.А. Борцова, В.Н. Пищик. Анализ эпифитных бактерий зерна <i>Triticum timopheevii</i> и <i>Aegilops speltoides</i> для создания ростостимулирующих и защитных биопрепаратов пшеницы.....	146
Чжао Фан, О.Б. Иванченко. Влияние 2-амино-4-метил-6-перфторгексилпиримидина на клетки бактерии <i>Bacillus subtilis</i> .....	147



Д.А. Головкина, Е.В. Журишкина, И.М. Лапина, А.А. Кульминская. Переработка отходов производства путем внедрения в технологию уплотнения почв.....	148
О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Е.В. Шахова. Биотехнология в комплексной переработке вторичного сырья для совершенствования кормопроизводства в аквакультуре.....	149
О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Е.Г. Киселев, Н.О. Жила. Оценка качества липидов вторичного рыбного сырья для применения в качестве субстрата для биотехнологического синтеза белков и полигидроксиалканоатов.....	150

### Промышленная биотехнология

Р.Ш. Абиев. Об удельной скорости диссипации энергии и эффективности массопереноса в биореакторах.....	152
Е.С. Евстигнеева, Д.А. Смирнова. Технология производства биодизеля из рапсового масла.....	153
А.Ю. Елисеев, Т.Э. Кулешова, Ю.А. Титов, А.Г. Кузьмин. Масс-спектрометрический анализ газового состава, выделяемого дрожжами при метаболизации листьев растений, облучаемых светом с различным спектром.....	154
А.А. Балабаев, М.А. Никандров, Ю.Г. Базарнова. Антиоксидантная активность фотосинтетических пигментов <i>Chlorella vulgaris</i> .....	155
К.С. Глушкова, Ю.В. Косульников. Оценка антагонистической активности <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>um. S21</i> в составе бациллярных препаратов, модифицированных «адгезив-био» от ооо «экос биопрепараты».....	156
Д.А. Гуцин, Е.С. Белокурова. Исследование эффективности биоцидов, используемых в лакокрасочных материалах.....	157
Н.А. Дудник, В.Н. Волкова. Внедрение беспленочных фильтров доочистки на малых очистных сооружениях с. Городечное приморского края.....	158
В.В. Иванов, Ю.В. Косульников. Исследование эффективности лимонной кислоты и препарата «адгезив био» в качестве средства улучшения технологических характеристик мико-бациллярных биоинсектицидов.....	159
Д.А. Самусик, А.В. Канарский. Микробиота донных осадков солёных озёр.....	160

### Практическая нутрициология

Иван Кожик, Томислав Тости, Саша Джурович, Мэйсун Абу Ганем. Определение химического состава эфирных масел <i>Thymus serpyllum</i> и <i>Lavandula angustifolia</i> .....	162
А.Т. Васюкова, Р.А. Эдварс. Влияние наполнителей на изменение структуры мясного фарша.....	163
А.Т. Васюкова, М. Talbi. Влияние вида сырья на антиоксидантную активность восстановленных соков.....	164
А.Д. Головачев, Е.В. Трухина. Перспективы использования пребиотиков в технологии печенья из овсяных хлопьев без глютена.....	165
А.И. Дорофеева, Е.В. Москвичева. Влияние фитодобавки плодово-ягодного криопорошка на качественные показатели паштета из мяса птицы.....	166
Е.С. Ефимова, Э.Э. Сафонова. Пищевая и биологическая ценность сырников из тофу.	167
М.В. Захарова, О.С. Якубова. Химический состав и энергетическая ценность заливного из осетра.....	168
Д. А. Зонина, Э.Э. Сафонова. Мука из виноградной кожицы как функциональный ингредиент для использования в рационе питания детей с рассеянным склерозом.....	169
А.К. Камышова, В.В. Быченкова. Разработка рациона для больных целиакией на основе	

принципов пищевой синергии .....	170
Я.С. Карпова, Е.В. Москвичева Перспективы использования водорослей семейства <i>Fucus vesiculosus</i> при производстве мясных изделий .....	171
Д.Е. Кириллов, Н.В. Барсукова. Исследование технологических свойств безглютеновых видов муки .....	172
П.А. Константинова, Н.Т. Жилинская. Сравнительный анализ цифровых баз данных для прогнозирования биологической активности микрозелени кресс-салата <i>Lepidium sativum</i> ..	174
А.А. Кузнецова, И.А. Баженова. Влияние чая матча на характеристики мороженого и десерта из рисовой муки .....	175
Н.В. Левин, А.С. Москвичев, И.А. Тимошенко. Влияние озонированной воды на качество пробойной икры сельди .....	176
Н.С. Малина, А.А. Смоленцева. Витаминно-минеральный состав рациона питания детей в дошкольной организации .....	177
Ю.А. Минченко, Н.Т. Жилинская, Ю.Г. Змитриченко, Г.В. Точильников. Разработка и экспериментальное обоснование эффективности лечебно-профилактических свойств растительного напитка с добавлением фукоидана .....	178
Г.М. Михайловский, А.С. Москвичев. Влияние концентрата ягод брусники на показатели качества рыбных паштетов с молоками.....	179
Нгуен Тхи Хаи Иен, С.А. Елисеева. Обоснование функциональных свойств напитков брожения на основе чайного гриба .....	180
Т.В. Невская, Ю.А. Смятская. Содержание антиоксидантов в <i>Chlorella vulgaris</i> <i>ibce c-19</i> .....	181
К.Д. Поляков, Э.Э. Сафонова. Разработка мучных блюд на основе композитной смеси с добавлением плодово-ягодных порошков.....	182
А.П. Раинчик, А.А. Евдокимова, Н.В. Барсукова. Использование ферментированной глюкозы для пролонгированного хранения овощных полуфабрикатов .....	183
Н.Ю. Самодурова, И.С. Сиднина. Взаимосвязь характера питания и вероятности возникновения перелома проксимального отдела бедра .....	184
А.А. Смоленцева, С.А. Елисеева. Динамика потерь беталаиновых пигментов и антиоксидантов в корнеплодах <i>Beta vulgaris</i> при дифференцированной тепловой обработке .....	185
Иван Кожик, Томислав Гости, Саша Джурович, Ю.А Смятская, Ю.К. Родыгина Химический состав и качество травяных чаев, широко используемых в Сербии .....	186
Г.П. Фасулаки, Е.В. Москвичева. Применение экстракта <i>rosmarinus officinalis</i> при производстве мясных рубленых полуфабрикатов .....	187
А.Д. Фахретдинова, С.А. Елисеева. Цифровое прогнозирование аминокислотного и минерального состава мучных кулинарных изделий.....	188
А.А. Фирсулов. Разработка рецептуры сиропов с полидекстрозой .....	189
Е.А. Харитонов, М.С. Киреева. Перспектива использования полисахаридного комплекса в технологии кекса в качестве структурообразователя.....	190
Д.В. Ховренкова, И.А. Баженова. Разработка рецептуры ферментированного продукта на овсяном молоке с добавлением конопляного протеина .....	191
А.В. Цирюльникова, Э.Э. Сафонова. Исследование органолептических и технологических характеристик амарантовой и рисовой закваски для производства безглютенового хлеба.....	192
Ш.А. Шамилов, Н.В. Заворохина. Разработка шоколада функциональной направленности для населения Арктики РФ .....	193

# БиоТех-2024

Тезисы докладов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

16–19 апреля 2024 года

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

---

Подписано в печать 24.10.2024. Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 12,75. Тираж 40. Заказ 4242.

---

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.

