

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова»

Факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий

Кафедра микробиологии и биотехнологии

«ЗЫКИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной
памяти доктора медицинских наук, профессора Леонида Федоровича Зыкина



САРАТОВ 2025

УДК 60(08)
ББК 36:48
396

Редакционная коллегия:

Д-р биол. наук Ларионова О.С., канд. биол. наук Спирихина Т.В.,
канд. с.-х. наук. Горшунова С.В.

396 ЗЫКИНСКИЕ ЧТЕНИЯ: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти докт. мед. наук, профессора Л. Ф. Зыкина [Электронный ресурс] / под редакцией О.С. Ларионовой, Т. В. Спирихиной, С.В. Горшуновой – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – 324 с

ISBN 978-5-7011-0882-8

УДК 60(08)
ББК 36:48

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов Российской Федерации в области интеллектуальной собственности и авторского права, несут авторы публикуемых материалов

Материалы опубликованы в авторской редакции

ISBN 978-5-7011-0882-8

© Коллектив авторов, 2025

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025

**Анализ биотехнологического потенциала метаболитов ризобактерий –
ассоциантов озимой пшеницы**

Светлана Александровна Аленькина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ
«Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН),
г. Саратов

Аннотация. Изучали влияние лектина ассоциативных азотфиксирующих бактерий рода *Azospirillum* – *Azospirillum brasilense* Sp7 на содержание аскорбата в корнях четырехдневных проростков пшеницы при воздействии смоделированной засухи. Показано, что лектин оказывал существенное влияние на содержание аскорбата в начальный период стрессового воздействия на растения. Результаты настоящей работы свидетельствуют об участии лектинов азоспирилл в адаптационных изменениях в корнях проростков пшеницы и позволяющие рассматривать их как перспективные соединения для защиты растений от стресса и повышения их продуктивности.

Ключевые слова: корни проростков пшеницы, лектин, аскорбат, стресс засухи

**Analysis of the biotechnological potential of metabolites of rhizobacteria -
associates of winter wheat**

Svetlana A. Alen'kina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Scientific
Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov

Summary. The effect of lectin of associative nitrogen-fixing bacteria of the genus *Azospirillum* – *Azospirillum brasilense* Sp7 on the ascorbate content in the roots of four-day-old wheat seedlings under the influence of simulated drought was studied. It was shown that lectin had a significant effect on the ascorbate content in the initial period of stress on plants. The results of this work indicate the participation of azospirillum lectins in adaptive changes in the roots of wheat seedlings and allow us to consider them as promising compounds for protecting plants from stress and increasing their productivity.

Keywords: wheat germ roots, lectin, ascorbate, drought stress

Ассоциативные азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* – PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) микроорганизмы, стимулирующие рост растений за счет ряда положительных [Bhattacharyya, 2012]. Интерес к штамму *A. brasilense* Sp7 обусловлен тем, что он относится к наиболее изученному виду азоспирилл. Образование азотфиксирующих систем, подобно как и любых других биологических межклеточных взаимодействий, согласно современным

представлениям, включает функционирование углеводсвязывающих белков – лектинов. Было показано, что инициация взаимодействия бактерий с корнями происходит по принципу лиганд-рецепторного взаимодействия. Установлено, что со стороны азоспирилл в этом процессе, в числе других факторов, участвуют лектины, находящиеся на поверхности клетки [Никитина и др., 2005]. С поверхности бактерий *A. brasilense* Sp7 был выделен лектин, являющийся гликопротеином. Было показано, что лектин азоспирилл является полифункциональной молекулой [Никитина и др., 2005].

Изучению роли микроорганизмов в облегчении абиотических стрессов для растений уделяется большое внимание в последние несколько десятилетий. Микробы с их потенциальными внутренними метаболическими и генетическими способностями способствуют нивелированию воздействия абиотических стрессов для растений. Частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических или ассоциативных микроорганизмов является одним из основных способов достижения цели – создание экологически устойчивых сельскохозяйственных систем [Souza et al., 2015; Аленькина с соавт., 2019, 2020]. Почвенные микроорганизмы могут оказывать положительные эффекты на рост и питание растений.

Цель работы заключалась в оценке способности лектина *A. brasilense* Sp7 оказывать воздействие на содержание аскорбата в корнях проростков пшеницы при воздействии смоделированной засухи.

Исследовали штамм азотфиксирующих ассоциативных бактерий рода *Azospirillum* – *A. brasilense* Sp7 из коллекции микроорганизмов ИБФРМ РАН (<http://collection.ibppm.ru>). Выделение лектина с поверхности клеток бактерий проводили как было описано ранее [Ален'кина et al., 2014].

В экспериментах использовали корни четырехдневных проростков семена пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта «Саратовская 29». Они были получены из поверхностно стерилизованных и выращенных в асептических условиях в чашках Петри на дистиллированной воде в темноте при 25°C. Для изучения влияния стресса, корни в течение двух часов подвергали совместному воздействию лектина (концентрация 5-40 мкг/мл) и 5 % сахарозы. В качестве контроля выступали корни проростков, выращенные при 25°C.

Для количественного определения восстановленного аскорбата к 200 мкл нейтрализованного экстракта приливали 100 мкл дистиллированной воды. Затем добавляли 200 мкл 10% ТХУ, 200 мкл 44% фосфорной кислоты, 200 мкл 4% 2,2'-дипиридила и 100 мкл 3% раствора FeCl₃. Контрольная проба вместо экстракта содержала разбавленный К-Na фосфатный буфер (pH 7.4) и была обработана так же, как и опытные образцы. Спектрофотометрический анализ проб проводили при длине волны 524 нм [Nakano et al., 1981].

Статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью пакета программ «AGROS» для статистического анализа. Объем выборки $n=3$.

Засуха является наиболее распространенным неблагоприятным фактором окружающей среды, который, ухудшая условия питания растений, приводит к

замедлению развития, что приводит к значительному снижению продуктивности растений.

В результате проведенных нами опытов было установлено, что экспонирование корней проростков пшеницы в растворе лектина вышеуказанных концентраций при стрессе приводило к увеличению содержания антиоксиданта в корнях проростков пшеницы. Наибольшее повышение было отмечено уже после 15 мин инкубации с корнями и концентрации лектина 20 мкг/мл. В контрольном варианте уровень аскорбата составлял 0.6 ммоль/г сырой массы.

Результаты настоящей работы продемонстрировали участие лектина азоспирилл в повышении способности растений переносить воздействие абиотических факторов, развивая биохимические реакции, направленные на усиление устойчивости растения. Концентрационные различия, при которых лектин проявлял эффект, вероятно, связаны с влиянием изучаемых неблагоприятных факторов на процесс связывания лектина с рецепторами на корнях. Полученные данные свидетельствуют о сложном характере регуляции роста, который находит отражение в сложных концентрационных эффектах. Концентрационные зависимости могут способствовать возникновению высокой физиологической гетерогенности даже при небольших естественных вариациях концентрации. В связи с этим изучение концентрационных зависимостей достаточно актуально для понимания процессов, происходящих при адаптации растений к условиям окружающей среды, а также и при практическом использовании таких регуляторов роста, как лектины.

Список источников

1. Bhattacharyya P.N., Jha D.K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture // World J. Microb. Biot. 2012. V. 28. P. 1327-1350.
2. Souza R.D., Ambrosini A., Passaglia L.M.P. Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils // Genet. Mol. Biol. 2015. V. 38. P. 401-419.
3. Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. Signal effects of the lectin from the associative nitrogen-fixing bacterium *Azospirillum brasilense* Sp7 in bacterial–plant root interactions // Plant Soil. 2014. V. 381. P. 337-349.
4. Аленькина С.А., Федорова А.Г., Никитина В.Е. Влияние лектинов азоспирилл на содержание аскорбата в корнях проростков пшеницы при абиотических стрессах. Аграрные конференции. 2019. В. 14(2). С. 1-13.
5. Alen'kina S.A., Nikitina V.E. Effect of *Azospirillum* lectins on the ascorbate peroxidase activity and ascorbic acid content in wheat seedling roots exposed to abiotic stresses. Appl. Biochem. and Microbiol. 2020. V. 56. P. 211-218.
6. Nakano Y., Asada K. Hydrogen Peroxide Is Scavenged by Ascorbate-Specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts // Plant Cell Physiol. 1981. V. 22. P. 867-880.
7. Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А. Лектины клеточной поверхности азоспирилл и их роль в ассоциативных взаимоотношениях с

растениями. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями. Под ред. В.В. Игнатова – М.: Наука, 2005. С. 70-97.

© Аленькина С.А., 2025

Топленое масло в рубленых полуфабрикатах

Давид Татевосович Азоян

Российский биотехнологический университет, г. Москва

Аннотация. В данной работе рассматривается применение топленого в масла в котлетах в виде начинки. Топленое масло получается путем нагрева сливочного масла, отделяются вода, молочные сахара и белки. Оно состоит на 99% из липидов. Топленое масло хранится намного дольше (9 месяцев в холодильнике), чем сливочное (4 недели). Из-за этого температура плавления становится чуть выше. Топленое масло, как и сливочное, богато витаминами В, РР, Е, фосфором, калием, кальцием. Рубленые полуфабрикаты являются наиболее простыми при производстве мясных изделий, не требуя больших технологических затрат. В России популярны котлеты «По-Киевски», в котором используется сливочное масло в качестве начинки. Заменяя на топленое, получится функциональный продукт для людей с непереносимостью лактозы и казеина. Рецепт полуфабриката будет производиться по ГОСТу 2018 года. С помощью наших исследований докажем эффективность применения топленого масла в котлетах «По-Киевски». Результаты показали, что данный продукт можно использовать вместо сливочного.

Ключевые слова: котлеты, топленое масло, сливочное масло, производство

Clarified butter in chopped semi-finished products

David T. Azoyan

Russian University of Biotechnology, Moscow

Abstract. This paper discusses the use of ghee in cutlets as a filling. Clarified butter is obtained by heating butter, separating water, milk sugars and proteins. It consists of 99% lipids. Clarified butter is stored much longer (9 months in the refrigerator) than butter (4 weeks). Because of this, the melting point becomes slightly higher. Clarified butter, like butter, is rich in vitamins B, PP, E, phosphorus, potassium, calcium. Chopped semi-finished products are the simplest in the production of meat products, not requiring large technological costs. In Russia, cutlets "Po-Kievski" are popular, in which butter is used as a filling. Replacing it with ghee, you get a functional product for people with lactose and casein intolerance. The recipe for the semi-finished product will be produced according to GOST 2018. With the help of our research, we will prove the effectiveness of using ghee in Kiev-style cutlets. The results showed that this product can be used instead of butter.

Keywords: cutlets, ghee, butter, production

Топленое масло имеет множество преимуществ перед сливочным. Долгий срок хранения, отсутствие лактозы и казеина, которые тяжело усваиваются в организме. Топленое масло рекомендовано употреблять людям, у которых есть наличие непереносимости лактозы. Причиной этому служит отсутствие фермента лактазы, расщепляющий дисахарид на глюкозу и галактозу. Основные симптомы после употребления молока и молочных продуктов с непереносимостью лактозы: тошнота, боли в животе, вздутие, диарея. Из-за этого приходится многим отказываться в употреблении этих продуктов, так как полностью невозможно удалить лактозу в молоке с помощью воды, или применять биологически активные добавки в виде фермента лактазы. В топленое масло можно добавлять различные виды зелени, которые улучшают вкус и срок хранения. Так как в этом продукте содержится огромное количество жиров, антиоксидантные свойства зелени позволяют ингибировать реакцию окислительной порчи липидов с кислородом.

Топленое масло получается путем нагрева сливочного масла, отделяются вода, молочные сахара и белки. Оно состоит на 99% из липидов. Топленое масло хранится намного дольше (9 месяцев в холодильнике), чем сливочное (4 недели). Из-за этого температура плавления становится чуть выше. Топленое масло, как и сливочное, богата витаминами В, РР, Е, фосфором, калием, кальцием (рис. 1).



Рисунок 1. Топленое масло [2]

В мясной отрасли широко популярны «Котлеты по-киевски». Их производят с зеленью и со сливочным маслом в качестве начинки. Заменяя на топленое, котлета будет сочнее, дольше иметь срок хранения. Отсутствие молочных белков и сахаров позволяет быстрее организму усваивать данную пищу, потому что у значительного количества населения есть непереносимость лактозы, который вызывает аллергическую реакцию при употреблении молока и молочных продуктов. Топленое масло можно сразу смешивать с зеленью, что упрощает процесс производства рубленых полуфабрикатов и хранение. На рис. 2 представлен образец котлеты с топленным маслом:



Рисунок 2. Котлета с топленным маслом

В табл. 1 представлена рецептура данной котлеты:

Таблица 1 – Рецептура на 1 кг фарша [3]

Сырье	Количество
Куриное филе	1 кг
Масло топленое	200 г
Мука	150 г
Сухари панировочные	300 г
Яйца	3 шт
Укроп	30 г
Чеснок	25 г
Черный перец	По вкусу
Соль поваренная	По вкусу

На рис. 3 представлена технологическая схема производства данной котлеты:



Рисунок 3. Технологическая схема производства [1]

Список источников

1. Веденяпина, К. А. технологические параметры производства котлеты" Домашняя" и котлеты" По-Киевски" в условиях ИП Тимофеев СВ" Мясной Двор" / К. А. Веденяпина // Актуальные вопросы ветеринарии и биотехнологии: идеи молодых исследователей, 2018. – С. 46-49.
2. Голубева, Л. В. Разработка технологии топленого масла / Л. В. Голубева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2014. – №. 2 (60). – С. 104-107.
3. Митрофанова, Л. А. Опыт производства котлет «по-киевски» с использованием маринованного филе / Л. А. Митрофанова // Студенческая наука-взгляд в будущее, 2020. – С. 431-433.

© Азоян Д. Т., 2025

Актуальность, риски и перспективы разработки растительных аналогов молочной продукции

Марина Николаевна Альшевская, Анастасия Антоновна Кочина
Калининградский государственный технический университет,
г. Калининград

Аннотация. В статье представлен обзор рынка растительных аналогов молочных продуктов и, в частности, йогуртов. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны широкого распространения продуктов категории «Dairy alternatives». А также показана необходимость нормативного регулирования производства и маркировки растительных аналогов молочных продуктов.

Ключевые слова: растительные аналоги молочных продуктов, растительные аналоги йогуртов, функциональные продукты, пробиотики, нормативная документация

Relevance, risks and prospects for the development of plant-based dairy analogues

Marina N. Al'shevskaya, Anastasiya A. Kochina
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad

Abstract. The current paper provides an overview of the market of plant-based analogues of dairy products and, in particular, yoghurts. The positive and negative sides of the widespread distribution of dairy alternatives are considered. It also shows the need for regulatory regulation of the production and labeling of plant-based analogues of dairy products.

Key words: plant-based analogues of dairy products, plant-based analogues of yoghurts, functional products, probiotics, regulatory documentation

Молочные продукты традиционно занимают ключевое место в рационе жителей Российской Федерации. Так, по данным аналитиков, производство молока в 2024 году в России составило 26,3 млн тонн, что выше значений предыдущего года на 2 % [1]. По данным на 2024 год потребление молочных продуктов в России продолжает незначительно расти, и замедление темпов роста спроса связывают с повышением цен и замедлением роста доходов населения [1]. В то же время наблюдается тенденция на увеличение интереса к продуктам растительного происхождения, позиционируемым на рынке, как аналоги молочных и кисломолочных продуктов. Так, исследования показывают, что в США растительные аналоги молочных продуктов занимают практически 15 % рынка молочных продуктов [2]. Исследование, проведенное Ассоциацией

производителей альтернативной пищевой продукции в 2024 году, выявило значительный прогресс на рынке растительных заменителей молочной продукции. В России и странах СНГ этот сегмент продемонстрировал прирост, достигающий почти 30% относительно показателей предшествующего года [3].

Растительные аналоги молочных продуктов, которые в зарубежных источниках именуется терминами «Dairy alternatives», «Dairy analogues», «Plant-based dairy alternatives», «Plant-based dairy analogues», «Dairy substitutes», «Dairy mimics» и «Imitation dairy products», условно делятся на две категории: заменители молочных продуктов из растительного сырья, которые выполняют роль носителя питательных веществ и пробиотиков, и продукты из растительного сырья, имитирующие вкус, текстуру, внешний вид и консистенцию, а также питательную ценность молочных продуктов [5,6].

Результаты исследований, представленных в литературе, показывают, что интерес к данной продукции в России и мире ежегодно возрастает, при этом, например, в США и странах Европы происходит постепенное снижение доли потребления молока и молочных продуктов населением, что связывают с демографическими изменениями, изменениями в условиях производства продуктов питания, потребительских предпочтениях, маркировке альтернативных продуктов, маркетинговых стратегиях компаний, производящих растительные аналоги молочных продуктов, и государственных кампаниях по продвижению принципов здорового питания, в том числе по потреблению молочных продуктов [2-10].

С точки зрения значения продуктов категории «Dairy alternatives» для потребителей можно выделить несколько факторов таких как: интерес и желание разнообразить собственный рацион, привлекательность органолептических и текстурных показателей продуктов, наличие непереносимости компонентов молока у потребителей, приверженность более экологичному образу жизни, принципам вегетарианства, веганства и другие [5,6,8,9,11].

Также стоит отметить, что разрабатываемые продукты на растительной основе категории «Dairy alternatives» могут выступать как элементы здорового питания человека с точки зрения источников преимущественно растительных компонентов, таких как β -глюканы, фитостеролы, флавоноиды, пищевые волокна и др., обладающие такими свойствами, как, например, нормализация уровня холестерина в крови, улучшение пищеварения и др., а по отношению к молочным продуктам такие продукты содержат меньше насыщенных жиров [13,14].

Еще одно положительное свойство растительных аналогов йогуртов заключается в том, что они имеют в своем составе живые йогуртовые, лакто- или бифидобактерии в количестве, соответствующем их нормативным значениям в йогуртах или био йогуртах в соответствии с ТР ТС 033/2013, также наличие живых йогуртовых, лакто- или бифидобактерий в регламентируемом количестве (в соответствии с ГОСТ 55577-2013) придает растительному продукту функциональные свойства и способствует (при систематическом их потреблении) нормализации микрофлоры кишечника, а также усвоению лактозы

у лиц с нарушениями ее всасывания, что немаловажно для лиц, отказавшихся от употребления молочной продукции по причине лактазной недостаточности.

Важно отметить, что по разным источникам наличие непереносимости лактозы в разной ее степени составляет приблизительно 60-75 % у населения Земли, и употребление в пищу пробиотиков позволяет облегчить симптомы непереносимости лактозы [14]. Из этого можно сделать вывод, что растительные аналоги йогуртов с живыми йогуртовыми бактериями в регламентируемом количестве могут являться неотъемлемой частью ежедневного рациона людей, страдающих лактазной недостаточностью для облегчения ее симптомов.

Однако, возрастающий интерес к данным продуктам имеет и отрицательные стороны.

Например, использование в маркировке растительных продуктов терминов, относящихся к молочной продукции, может вводить потребителей в заблуждение. Так, по данным опроса взрослых людей, проведенного в США в 2018 году, использование в маркировке слова «молоко» (в отношении «соевое молоко» и др.) означало для потребителя эквивалентность пищевой ценности данного продукта молоку, что говорит о важности создания и разработки нормативных документов, ограничивающих использование «молочных» терминов на маркировке продукции, а также о важности грамотного позиционирования подобных растительных продуктов, например, с точки зрения источников пищевых волокон, источников живых пробиотических микроорганизмов, оказывающих положительное действие на функции организма человека [15].

В настоящее время на российском рынке растительных аналогов «молочные» термины используются в названии продуктов и брендов, в формате замены наименования продукции на английскую транслитерацию («Овсяный уо'gurt», бренд «Nemoloko» производителя АО «Сады Придонья») или обособления термина йогурт в кавычки («Растительный овсяный «йогурт», ранее выпускаемый брендом «Здоровое меню» в данной формулировке, которая впоследствии была заменена на формулировку «Овсяный с йогуртовыми культурами»), а также термины, относящиеся к молочной продукции, используются производителями на лицевой стороне упаковки растительных продуктов в кратком описании продукта (например, формулировка «Вместо молока. Только польза и ничего лишнего», используемая брендом «Nemoloko» на продукции из зерна, сои и орехов, имитирующей консистенцию молока).

Другим отрицательным фактором широкого распространения растительных аналогов молочных продуктов и отсутствия у потребителя знаний об их питательной ценности является несоответствие количества и биологической ценности белка, а также химического состава в растительных альтернативах относительно молочных продуктов [1,7,8]. Так, в растительных продуктах аминокислотный состав менее сбалансирован, а лимитирующими аминокислотами в основном являются лизин (в злаковых), цистеин и метионин (в бобовых) и др. Аминокислотный состав орехов считается достаточно сбалансированным, однако, альтернативные продукты на его основе имеют

более высокую стоимость и, как следствие, охватывают менее распространенный сегмент потребителей, а также орехи являются одними из наиболее распространенных видов аллергенов, в том числе выступая в качестве перекрестных аллергенов [11].

Сравнение химического состава молочных продуктов и их растительных аналогов активно изучается на мировом уровне [16]. Так, было выявлено, что растительные аналоги содержат меньше белка, в том числе меньше сбалансированного белка, что может быть нивелировано увеличением количества растительного белка в смеси в том числе за счет комбинации различных видов растительных белков [16]. Также растительные аналоги содержат меньше микроэлементов, по сравнению с молочными продуктами, что можно исправить путем внесения витаминно-минеральных премиксов [16]. Также сравнительный анализ показал, что у растительных аналогов молочных продуктов (чаще ароматизированных) энергетическая ценность выше за счет наличия добавленных сахаров, что значительно снижает пользу данных продуктов [16].

При разработке растительных аналогов йогуртов важным является определение количества и качества пробиотических микроорганизмов в течение всего срока хранения и на конец срока годности, ввиду того, что с точки зрения метаболизма микроорганизмов растительное сырье не является благоприятным источником углеводов и белков, а количество пробиотических микроорганизмов может не соответствовать требованиям, предъявляемым к йогуртам.

При определении количественного и качественного состава пробиотических микроорганизмов в растительных аналогах йогуртов в настоящее время используют стандартные методики, относящиеся к их идентификации в йогуртах. Однако, ввиду специфичности субстрата, определение пробиотических микроорганизмов в растительных аналогах усложняется, вследствие чего необходимо нормирование и регулирование с нормативной точки зрения, а также создание новых методик определения пробиотической микрофлоры растительных продуктов. То же относится и к созданию нормативных документов, регламентирующих выпуск растительных аналогов йогуртов с производства. Так, в 2023 году был утвержден национальный стандарт (ГОСТ Р 70650-2023 «Напитки на растительной основе (из зерна, орехов, кокоса). Общие технические условия», определяющий органолептические, физико-химические показатели продукции, а также требования к сырью, упаковке и маркировке растительных напитков из зерна, орехов и кокоса. Однако, несмотря на указание в стандарте того, что в растительные напитки могут быть добавлены пробиотические микроорганизмы, данный нормативный документ не охватывает целую категорию продуктов-аналогов йогуртов из растительного сырья, что приводит к созданию на пищевых предприятиях собственных нормативных документов типа «Технические условия».

Из вышесказанного видно, что в обществе наблюдается тенденция на приобретение растительных аналогов молочных продуктов. Данная группа

товаров может выступать как элементы здорового питания, однако, с увеличением их распространенности, возникает необходимость грамотного транслирования их пищевых свойств для потребителя, а также создание нормативной документации, регламентирующей и определяющей нормы органолептических, физико-химических, санитарно-гигиенических и микробиологических показателей (для аналогов кисломолочных продуктов), а также требования и ограничения в части маркировки.

Список источников

1. Обзор. Молочная отрасль России в 2024 году в десяти графиках. Milknews и Союзмолоко. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://milknews.ru/longridy/24-god-v-grafikah.html> (дата обращения: 01.04.2025).
2. Gaan K. 2020 State of the industry report - plant-based meat, eggs, and dairy. The Good Food Institute, 2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gfi.org/blog/state-of-the-industry-2020/> (дата обращения: 10.04.2025).
3. В 2024 году рынок растительных аналогов молочной продукции в России и странах СНГ вырос на 30%. Dairynews.today, 2024 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dairynews.ru/news/v-2024-godu-rynok-rastitelnykh-analogov-molochnoy-.html> (дата обращения: 10.04.2025).
4. Jeske S., Zannini E., Arendt E.K. Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials // Food Res. Int. 2018. Vol. 110. P. 42–51. doi: 10.1016/j.foodres.2017.03.045
5. Kamath R., Basak S., Gokhale J. Recent trends in the development of healthy and functional cheese analogues — A review // LWT. 2022;155:112991. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112991
6. Ingredients, Processing, and Fermentation: Addressing the Organoleptic Boundaries of Plant-Based Dairy Analogues / A. Pua, VCY. Tang, RMV. Goh, J. Sun, B. Lassabliere, SQ. Liu // Foods. 2022; 11(6):875. doi:10.3390/foods11060875
7. Are plant-based analogues replacing cow's milk in the American diet? // H. Stewart, F. Kuchler, J.Cessna, W. Hahn / Journal of Agricultural and Applied Economics. 2020;52(4):562–579. doi: 10.1017/aae.2020.16
8. Plant-Based Dairy Alternatives: Consumers' Perceptions, Motivations, and Barriers-Results from a Qualitative Study in Poland, Germany, and France // D.Adameczyk, D. Jaworska, D. Affeltowicz, D. Maison / Nutrients. 2022;14(10):2171. doi:10.3390/nu14102171
9. Рыжакова, А.В., Головизнина М.С., Легошина А.С. Тенденции развития мирового рынка альтернативных молочных продуктов // Пищевая промышленность. 2022. №2. С. 24-28. doi: 10.52653/РРІ.2022.2.2.005.
10. Агаларова, Е.Г., Гунько Ю.А., Антонова И.Ю. Исследование факторов потребительского спроса и потенциал роста рынка растительного молока в России // Вестник Института дружбы народов Кавказа теория экономики и управления народным хозяйством. Экономические науки. 2022. №4(64). С. 102-109.

11. Альшевская, М. Н. Кочина А. А. Основные направления проектирования и разработки растительных аналогов кисломолочных продуктов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2023. № 3. С. 69-76. doi: 10.24412/2311-6447-2023-3-69-76.

12. Трансформация технологических свойств и органолептических характеристик растительного сырья в получении ферментированных аналогов молочных продуктов / Н. А. Галочкина, И. М. Глинкина, С. И. Агутова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2023. № 4. С. 92-99. doi: 10.24412/2311-6447-2023-4-92-99.

13. Dairy milk: There are alternatives but no equivalents / E. L. Beckett, T. Cassettari, C. Starck & F. Fayet-Moore // Food science & nutrition. 2024; 12(10), 8470–8482. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4301>

14. Prebiotic Strategies to Manage Lactose Intolerance Symptoms / G. Angima, Y. Qu, S. H. Park & D. C. Dallas // Nutrients. 2024; 16(7), 1002. <https://doi.org/10.3390/nu16071002>

15. NMPF Calls Out Plant-Based Beverage Industry Misinformation, Citing New Consumer Data, 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nmpf.org/oct-30-nmpf-calls-out-plant-based-beverage-industry-misinformation-citing-new-consumer-data/> (дата обращения: 10.04.2025).

16. Nutritional profile of plant-based dairy alternatives in the Swedish market / H. Moshtaghian, E. Hallström, M. Bianchi & S. Bryngelsson // Current research in food science. 2024; 8, 100712. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100712>

© Альшевская М.Н., Кочина А.А., 2025

Перспектива получения ценных порошковых продуктов на основе ботвы корнеплодов методом лиофилизации

Александр Игоревич Бережной

Российский Биотехнологический Университет,
г. Москва

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим перспективу использования ботвы корнеплодов, в частности моркови посевной в качестве ценного источника биологически активных веществ для обогащения функциональных продуктов питания. Особое внимание мы уделяем технологии сублимационной сушки (лиофилизации) как оптимальному методу консервации ботвы, позволяющему максимально сохранить питательные и органолептические свойства продукта. К ключевым преимуществам лиофилизации можно отнести минимальную термическую деградацию компонентов, длительный срок хранения и высокую степень регидратации. К недостаткам метода относится высокая стоимость оборудования и продолжительность процесса. Для оптимизации переработки ботвы необходимы дальнейшие исследования, что может способствовать разработке новых функциональных продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: ботва корнеплодов, морковь, биологически активные вещества, лиофилизация

Prospects for obtaining valuable powder products based on root vegetable tops utilizing the freeze drying method

Alexander I. Berezhnoy

Russian Biotechnological University, Moscow

Abstract. This article explores the potential use of root vegetable greens, particularly carrot tops, as a valuable source of bioactive compounds for enriching functional food products. Special attention is given to freeze-drying (lyophilization) technology as the optimal preservation method for greens, enabling maximum retention of nutritional and organoleptic properties. Key advantages of lyophilization include minimal thermal degradation of components, extended shelf life, and high rehydration capacity. However, the method also has drawbacks, such as high equipment costs and lengthy processing times. Further research is needed to optimize the processing of root vegetable greens, which could contribute to the development of new functional food products with enhanced nutritional value.

Keywords: root vegetable tops, carrots, bioactive compounds, freeze drying

Растительное сырье является ценным источником биологически активных веществ, способных оказывать укрепляющее, тонизирующее, иммуностимулирующее и защитное воздействие на различные системы организма человека. Обогащение функциональных продуктов биологически ценными компонентами растительного происхождения можно осуществить с помощью современных методов пищевой биотехнологии. В то же время важно учитывать региональную сырьевую базу, что позволит создавать рецептуры, ориентируясь на доступность местного сырья, разнообразие функциональных ингредиентов которого значительно.

Корнеплоды, обладающие множеством полезных свойств и высоким содержанием витаминов, являются важной частью рациона для всех групп населения. Однако последние исследования показывают, что ботва таких овощей как свекла, морковь, редька и репа также обладают потенциалом как источник биологически активных веществ. Рассмотрим перспективы использования ботвы корнеплодов на примере моркови посевной (лат. *Daucus carota subsp. sativus*).

Обычно листья моркови составляют значительную часть урожая, иногда до 60-70 %, что наряду с имеющимися в Российской Федерации посевными площадями и высокой урожайностью моркови создает предпосылки для рассмотрения ботвы моркови в качестве перспективного источника биологически активных веществ.

При сборе моркови и других корнеплодов ботву обычно отрывают и выбрасывают, хотя она практически так же полезна, как и сам корнеплод. Внешне ботва моркови напоминает петрушку и имеет метельчатые листья. Она содержит витамины В1, В2, В3, В5, В6, В9, С, К, РР, D, Е, а также минералы, такие как магний, железо, натрий, марганец, медь, фосфор, цинк, селен, кальций и калий. Витамин В1, содержащийся в ботве, способствует нормализации работы нервной системы и повышению стрессоустойчивости. Благодаря высокому содержанию витамина С, морковная ботва может рассматриваться как значимый источник этого важного антиоксиданта.

Основные преимущества использования ботвы моркови как источника биологически активных веществ включают: богатый химический состав, обеспечивающий широкий спектр терапевтических эффектов; возможность выращивания моркови в различных климатических условиях и на разных типах почв, что делает этот источник доступным и экономически выгодным; наличие естественных механизмов защиты от вредителей, болезней и неблагоприятных условий, что снижает потребность в синтетических пестицидах и удобрениях; экологичность и безопасность, обеспечиваемая органическими методами выращивания моркови.

Главным недостатком свежей ботвы является низкий срок годности зелени. В целях повышения сроков хранения можно использовать различные методы сушки. Одним из лучших методов сушки считается сублимационная сушка (лиофилизация), благодаря высокому проценту сохранения полезных питательных веществ в продукте, в сравнении с другими методами высушивания.

Сублимация - один из методов консервирования продуктов. В результате консервирования уменьшается вес готового продукта на 90% и увеличивается срок годности до 30 лет при сохранении питательных и органолептических свойств.

Этот процесс также определяют как «молекулярная сушка», исходя из характера движения пара в порах продукта и в сушильной камере. В медицине и биотехнологии его называют «лиофильная сушка», поскольку в итоге получают лиофильные, т.е. легкорастворимые вещества.

Принцип сублимационной сушки основан на изменении трех состояний воды. Согласно термодинамической теории фазового равновесия, температура тройной точки воды равна $0,0098^{\circ}\text{C}$, а давление равно $4,579$ мм рт.ст. В процессе фазового перехода воды, когда давление ниже тройной точки, при которой твердое тело, жидкость и пар сосуществуют в термодинамическом равновесии, твердый лед может сублимировать непосредственно в газообразный водяной пар, не превращаясь в жидкую воду.

Для пищевых ингредиентов перед сублимационной сушкой необходимо провести некоторые физические и химические предварительные обработки, включая классификацию, промывку, нарезку, бланширование, концентрирование и т. д. Этапы могут различаться в зависимости от типа пищевых продуктов.

Перед сублимационной сушкой предварительно обработанное пищевое сырье замораживают. Это уменьшает тепловую денатурацию и предотвращает вспенивание во время вакуумной сушки.

Когда замороженный продукт нагревается под давлением, кристаллы льда сублимируются в пар и улетучиваются, происходит обезвоживание продукт, удаляя 90-95% воды. В процессе сушки температура продукта должна поддерживаться ниже температуры эвтектики или стеклования, чтобы сохранить его структуру.

После сублимационной сушки на поверхности кажущейся сухой структуры все еще остается адсорбированная влага, ее следует удалить путем десорбции при более высокой температуре. Температура десорбции не должна быть слишком высокой, чтобы не вызвать денатурацию пищевых продуктов. Остаточная влажность составляет около 0,5-3%.

После десорбционной сушки продукты должны быть запечатаны и упакованы в вакууме или в инертном газе, чтобы поддерживать равномерную влажность продукта и уменьшить окислительную денатурацию. Лиофилизированные продукты обычно хранятся при комнатной температуре, в то время как некоторые специальные сублимированные продукты необходимо хранить при температуре от 4 до 20°C .

По сравнению с обычными способами сушки способ лиофилизации имеет следующие преимущества:

- Термочувствительные материалы не денатурируют и не деактивируются.
- Во время сушки при низких температурах происходит минимизация потерь некоторых летучих веществ.

- В процессе лиофилизации рост микроорганизмов и действие ферментов не происходят, соответственно продукт сохраняет свежесть.

- Поскольку сушка продукта выполняется в замороженном состоянии, объем почти постоянный, исходная структура поддерживается, и конденсации не происходит.

- Поскольку влага в материале существует в виде кристаллов льда после предварительного замораживания, растворенные в воде вещества, равномерно распределяются в материале. Вследствие этого не происходит отвердевания конечного продукта.

- Высушенный материал является рыхлым, пористым и губчатым, что позволяет ему эффективно регидрировать и восстанавливать свои первоначальные свойства.

- Некоторые легко окисляемые вещества защищены, вследствие низкой концентрации кислорода в камере сублимационной сушилки, под действием вакуумом.

- Сушка может удалить от 95% до 99% воды, так что высушенный продукт можно хранить в течение длительного времени без ухудшения качества.

К недостатки сублимационной сушки продуктов питания относятся:

- Сублимационная сушка требует специального оборудования, что повышает стоимость производства продукта.

- Сублимационная сушка является достаточно длительным процессом, что может быть неэффективным для производства большого количества продукта.

- Некоторые продукты не могут быть подвергнуты сублимационной сушке, так как они могут потерять свою форму, структуру или вкус.

Таким образом, используя сублимационную сушку, возможно создать порошковый продукт на основе ботвы моркови или других корнеплодов, богатый витаминами, минералами и антиоксидантами. Однако, необходимо проведение дополнительных исследований для определения оптимальных условий выращивания моркови и ее ботвы. Дальнейшие исследования и разработки, могут привести к созданию новых продуктов с добавлением ботвы корнеплодов и расширению ассортимента полезной для здоровья продукции.

Список источников

1. Глазырин С.М. Сублимация как альтернативный способ консервации овощей / Глазырин С.М., Иванов И.Е. // Наука и молодёжь: новые идеи и решения. материалы XVII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград. - 2023. - С. 310-313.

2. Забирова Г.А. Ботва моркови – перспективный источник биологически активных веществ / Забирова Г.А., Аверьянова Е.В // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения. Материалы XI Международной научно-практической конференции молодых ученых. Москва. – 2023. - С. 217-220.

3. Bhatta S. Freeze-Drying of Plant-Based Foods. / Bhatta S, Stevanovic Janezic T, Ratti C. // Foods. - 2020. - 9(1). - P. 87.

4. Goneim, & A., Gehan & Ibrahim, & Y., Faten & Elshehawy, Shady & Sh.M,. (2011). Carrot leaves: antioxidative and nutritive values.. J. of Food & Dairy Sciences, Mansoura Univ.. 2. 10.21608/jfds.2011.81946.

© Бережной А. И., 2025

Пробиотические свойства *B. licheniformis* для использования в кормовых добавках

Кирилл Эдуардович Бетехтин, Наталья Геннадьевна Машенцева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва

Аннотация: *Bacillus licheniformis* – грамположительная спорообразующая бактерия, обладающая уникальным сочетанием пробиотических, антимикробных и биотехнологических свойств. Она регулирует микрофлору кишечника, стимулирует иммунитет, снижает стресс, изменяет липидный профиль и нейромедиаторный баланс, а также демонстрирует высокую устойчивость к экстремальным условиям (температура, pH, окисление). Бактерия синтезирует широкий спектр фермента (кератиназы, амилазы, целлюлазы) и антимикробные пептиды, включая бацитрацин, подавляющий грамположительные патогены. В сельском хозяйстве *B. licheniformis* применяется как пробиотик для улучшения продуктивности животных, укрепления здоровья желудочно-кишечного тракта и повышения безопасности кормов благодаря устойчивости спор и способности расщеплять сложные субстраты (например, кератин в переработке отходов). Эти свойства делают ее перспективным объектом для биотехнологий, ветеринарии и пищевой промышленности.

Ключевые слова: *Bacillus licheniformis*, пробиотические свойства, бактериоцины, геномный анализ, кормовая добавка, бактериоцины

Probiotic properties of *B. licheniformis* for use in feed additives

Kirill E. Betekhtin, Natalia G. Mashentseva

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education ‘Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow

Abstract: *Bacillus licheniformis* is a gram-positive spore-forming bacterium with a unique combination of probiotic, antimicrobial and biotechnological properties. It regulates the intestinal microflora, stimulates the immune system, reduces stress, changes the lipid profile and neurotransmitter balance and also demonstrates high resistance to extreme conditions (temperature, pH, oxidation). The bacterium synthesizes a wide range of enzymes (keratinases, amylases, cellulases) and antimicrobial peptides, including bacitracin, which suppresses gram-positive pathogens. In agriculture *B. licheniformis* is used as a probiotic to improve animal productivity, promote gastrointestinal health, and improve feed safety due to the

resistance of spores and the ability to break down complex substrates (for example, keratin in waste processing). These properties make it a promising object for biotechnology, veterinary medicine and the food industry.

Keywords: *Bacillus licheniformis*, probiotic properties, bacteriocins, genomic analysis, feed additive, bacteriocins

Bacillus licheniformis – пробиотическая грамположительная бактерия, обладает такими функциями, как регуляция микрофлоры кишечника, стимулирование роста, противовоспалительное и иммуностимулирующее действие, способствует изменению липидного профиля, увеличению количества нейромедиаторов и снижению стресса. Обладает жизнестойкостью, а также устойчивостью к высоким температурам, кислым и щелочным условиям среды. Выделяет вторичные метаболиты с антимикробной активностью широкого спектра действия, продуцируя антимикробные пептиды, которые подавляют рост мицелиальных грибов или патогенных микроорганизмов. *B. licheniformis* способен снижать уровень афлатоксина В₁ на 94,7% и индуцировать потерю мутагенности афлатоксина В₁ [1]. *Bacillus licheniformis* обладает широким спектром синтезируемых ферментов: щелочные протеазы (кератиназы), амилазы, целлюлазы и гемицеллюлазы (эндо-β-1,4-глюканазы и глюкозидазы).

За счет своих ферментов пробиотики могут ускорить расщепление углеводов, которые устойчивы к перевариванию. Таким образом они стимулируют использование пищевых волокон в качестве пребиотика и способствуют повышению доступности субстрата для микробиоты толстой кишки. Было изучено, что пробиотики способны поддерживать состав нормофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), эффективность использования корма, работу иммунной системы и скорость роста сельскохозяйственных животных. В настоящее время основными группами пробиотиков, обычно используемыми в кормах для животных, являются молочнокислые бактерии, дрожжи и бациллы. Среди бацилл широко используются пробиотики на основе *Bacillus*, особенно *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, поскольку их спорообразующие свойства способствуют увеличению срока хранения корма и устойчивости к низкому рН в желудке [2,3].

Размножающиеся в кишечнике *B. licheniformis* помогают поддерживать анаэробную среду и более низкий рН в ЖКТ, что в свою очередь способствует образованию молочной кислоты и регулирует кишечную микрофлору. Данный вид может предотвращать и минимизировать заболевания ЖКТ. Кроме того, *B. licheniformis* может вырабатывать бацитрацин, который действует против патогенных микроорганизмов [4]. Бацитрацин представляет собой циклический додецил-пептидный антибиотик, синтезируемый *B. licheniformis* нерибосомально. Бацитрацин в первую очередь направлен против грамположительных бактерий путем ингибирования клеточной стенки [5].

Нами ранее нами были исследованы штаммы *Bacillus licheniformis* БАЛ-1 (ВКПМ-14243) и БАЛ-2 (ВКПМ-14244), выделенные из вод Балтийского моря и идентифицированные с помощью анализа нуклеотидной последовательности

гена 16S рРНК. Штаммы способны расти на минеральной среде с единственным источником углерода в виде куриного пера и накапливать биомассу до $1\frac{1}{2}10^8$ КОЕ/см³. По результатам серий аликвот из различных разведений было выявлено 16 морфотипов колоний. Для штамма *B. licheniformis* БАЛ-1 было обнаружено 10 морфотипов, для *B. licheniformis* БАЛ-2 – 6 морфотипов. Методом геномного фингерпринта на основе ПЦР подтверждена сохранность выявленных морфотипов штаммов. Кератиная активность штамма *B. licheniformis* БАЛ-1 составила $16,2\pm 0,3$ КА/см³, штамма *B. licheniformis* БАЛ-2 – $18,3\pm 0,2$ КА/см³ [6].

Пробиотические свойства, такие как выживаемость в желудочно-кишечных условиях, активность **АТФазы** при низком значении рН, **гидрофобность** клеток аутоагрегация, способность связывать муцин, способность снижать уровень холестерина и антибактериальная активность традиционно исследуются у кандидатов в пробиотики с использованием молекулярных и микробиологических методов. В последнее время пробиотические свойства начинают изучать с помощью анализа всего генома микроорганизма. Этот метод является более точным, не требует проведения масштабных микробиологических исследований с использованием разнообразных селективных питательных сред.

Определение пробиотических свойств при наличии полногеномного сиквенса штамма можно осуществить с помощью биоинформационного подхода. Так, оценка кластеров генов устойчивости к антибиотикам проводится с использованием базы данных устойчивости к антибиотикам CARD (<https://card.mcmaster.ca/analyze/rgi>). Профаги можно обнаружить с помощью веб-инструмента PHASTER (<https://phaster.ca/>). Биосинтетический кластер генов (BGCs) в геноме можно идентифицирован с помощью Anti-SMASH v5.0. Бактериоцины – с помощью веб-сервера Bagel4 (<https://bagel4.molgenrug.nl/>). Активные ферменты углеводов (CAZymes) предсказываются на основе веб-сервера CAZY (<https://www.cazy.org/>). Кроме того, с помощью Prokaryotic Genome Annotation Pipeline (PGAP) версии 3.1 можно исследовать геномный майнинг, связанный со стрессом, витаминами, незаменимыми аминокислотами, адгезией, экзополисахаридами и генами, формирующими биопленку [7].

В дальнейших исследованиях нами планируется провести полный геномный анализ штаммов *Bacillus licheniformis* БАЛ-1 и БАЛ-2 для предсказания их пробиотического потенциала. Анализ генома позволит выявить такие пробиотические свойства как отсутствие/наличие устойчивости к антибиотикам, наличие антибактериальной активности, биосинтез ферментов, разрушающих углеводы, устойчивость к стрессу, образование спор, витаминов и биосинтез незаменимых аминокислот. Также можно установить, содержит ли штамм гены адгезии, агрегации, образования экзополисахаридов и образования биопленки.

Список источников

1. Wang, Y., Zhang, H., Yan, H., Yin, C., Liu, Y., Xu, Q., et al. (2018). Effective biodegradation of aflatoxin B1 using the *Bacillus licheniformis* (BL010) strain. *Toxins* 10:497. doi: 10.3390/toxins10120497.

2. Feliciano MAR, Saad FMOB, Logato PVR, Aquino AA, José VA, Roque NC. Effects of probiotics on digestibility, faecal score, and hematologic characteristics in dogs. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009;61:1268–74. doi: 10.1590/S0102-09352009000600003.
3. Félix AP, Netto MVT, Murakami FY, Marcon de Brito C, Gisele de Oliveira S, Maiorka A. Digestibilidade e características das fezes de cães suplementados com *Bacillus subtilis* na dieta. *Cienc Rural.* 2010;40:2169–73. doi: 10.1590/S0103-84782010005000166.
4. Anthony T, Rajesh T, Kayalvizhi N, Gunasekaran P. Influence of medium components and fermentation conditions on the production of bacteriocin(s) by *Bacillus licheniformis* AnBa9. *Bioresour Technol.* 2009;100:872–7. doi: 10.1016/j.biortech.2008.07.027.
5. MacIver RH, Stewart R, Frederiksen JW, Fullerton DA, Horvath KA. Topical application of bacitracin ointment is associated with decreased risk of mediastinitis after median sternotomy. *Heart Surg Forum.* 2006;9:E750–3. doi: 10.1532/HSF98.20051187.
6. Бетехтин К.Э., Сазонова О.И., Соколов С.Л., Ковалев Л.И., Ковалева М.А., Машенцева Н.Г., Неретина А.Н. Новые штаммы *Bacillus licheniformis*, их идентификация и ферментативная активность при переработке пера в кормовую добавку. *Сельхозбиология*, 2024, Т. 59, № 2, с. 385–406 (Scopus). doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.385rus.
7. Kiran D, Sanjeet K, Neha B, Steji R, Prakash M H, Rakshak K. *Bacillus licheniformis* MCC 2514 genome sequencing and functional annotation for providing genetic evidence for probiotic gut adhesion properties and its applicability as a bio-preservative agent. *Gene.* 2022 Oct 5;840:146744. doi: 10.1016/j.gene.2022.146744. Epub 2022 Jul 18.

© Бетехтин К. Э., Машенцева Н.Г., 2025

Перспективы редактирования генома свиней и их применение в сельском хозяйстве

Кирилл Денисович Бондарев, Елена Александровна Губарева, Евгений Васильевич Слипченко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г. Краснодар

Аннотация. В статье представлены различные модификации генома свиньи для сельского хозяйства.

Ключевые слова: свиньи, модификации MSTN, CRISPR/Cas9, кёнинг генов, генетические изменения

Genome editing prospects in pigs and their agricultural applications

Kirill D. Bondarev, Elena A. Gubareva, Yevgeniy V. Slipchenko

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar

Annotation. The article presents various modifications of the pig gene for agriculture.

Key words: pigs, MSTN modifications, CRISPR/Cas9, gene kyning, genetic changes

Введение

Свиньи обладают большим потенциалом в сельском хозяйстве и являются самым распространённым источником мяса в мире. С помощью достижений в области генетики и селекции ученые выводят свиней с желаемыми для сельского хозяйства характеристиками. Однако, теперь этот процесс можно существенно изменить и ускорить с помощью генетической модификации, в том числе случайного трансгенеза, а также нокаута и кёнинга генов. Благодаря модификации генома, свиней можно привести к любым желаемым, заранее определённым генетическим изменениям, на реализацию которых в традиционной селекции ушли бы годы.

Традиционное селекционное разведение позволило вывести ряд превосходных пород домашней свиньи, которые демонстрируют значительно более высокие производственные показатели по сравнению со своими исходными аналогами. Генетический отбор по отдельным признакам дает относительно небольшой прирост — всего 0,5–3,0% в год, при этом такие характеристики, как плодовитость и устойчивость к заболеваниям, остаются сложными для совершенствования. Кроме того, после достижения определенного уровня продуктивности дальнейшее улучшение показателей

требует значительных усилий и времени, поскольку даже минимальный прогресс достигается лишь после продолжительных селекционных циклов. В этом контексте технология редактирования генома представляет собой перспективный метод, позволяющий ускорить и упростить процесс генетической модификации свиней[1]. Полное улучшение отдельных и даже нескольких признаков может быть достигнуто всего за одно поколение. Важно отметить, что с помощью редактирования генома можно наделить животных благоприятными генетическими признаками, которые отсутствуют в природных генетических источниках, тем самым создавая новые породы, которые невозможно получить с помощью традиционной селекции.

Наибольшую актуальность использование современных технологий генетической модификации приобретает в мясоперерабатывающем производстве. Модификация MSTN является эффективным способом ускорения роста мышц у различных животных. Учитывая, что этот ген является «горячим» кандидатом, который, возможно, будет полезен в сельском хозяйстве, с помощью ZFN, TALEN и CRISPR/Cas9 было создано несколько штаммов свиней с нокаутированным MSTN. У этих свиней с нокаутированным геном MSTN наблюдается гипертрофия мышц или фенотип с двойной мускулатурой (DM), с увеличенной мышечной массой и меньшим накоплением жира по сравнению со свиньями дикого типа (WT). Свиньи с нокаутированным геном MSTN являются ценным племенным материалом для быстрого генетического улучшения с целью получения постного мяса от пород свиней жирного типа (местных пород). Однако, у некоторых свиней с нулевым MSTN-геном были обнаружены некоторые негативные последствия. Так, у новорожденных гомозиготных свинок с нокаутированным MSTN-геном породы ландрас наблюдались аномалии передних и/или задних конечностей, что привело к серьезным нарушениям двигательной функции. Пострадавшие поросята обычно быстро умирали после рождения. Ген MSTN, по-видимому, имеет ключевое значение в формировании и работе мышечной ткани и других органов, так как его экспрессия происходит начиная с ранних стадий эмбрионального развития и продолжается в течение всей жизни. Исследования показывают, что изменение активности MSTN способно вызывать значительные негативные последствия у отдельных пород свиней, хотя у некоторых особей с нокаутированным геном такие эффекты не зафиксированы. В связи с этим, для создания высокопродуктивных линий свиней с повышенной мясной продуктивностью вследствие инактивации MSTN, но без выраженных побочных эффектов, требуется строгий отбор пород, у которых достигается максимальный выход мяса при минимальном негативном влиянии генетической модификации. Недавно была обнаружена новая мишень-кандидат (FBXO40), которая влияет на выработку мышц. Свиньи с нокаутированным геном FBXO40 демонстрируют фенотип гипертрофии мышц [2]. Животные с DM сильно подвержены респираторным заболеваниям, хромоте, стрессу и затруднённым родам, что требует особого внимания при содержании для сохранения благополучия животных.

Еще одним из актуальных направлений в сельском хозяйстве является создание пород животных, обладающих устойчивостью к некоторым высоколетальным инфекциям.

Вирус репродуктивно-респираторного синдрома свиней (PRRSV) является наиболее экономически значимым заболеванием свиней во всём мире и в настоящее время наносит огромный экономический ущерб свиноводству. Редактирование генома пролило свет на создание устойчивых к PRRSV свиней путём нокаута вирусных рецепторов. Потенциальные медиаторы проникновения PRRSV, SIGLEC1 и CD163, были нокаутированы с помощью обычного HR и CRISPR/Cas9 соответственно. Заражение PRRSV с нокаутом продемонстрировало, что SIGLEC1 не требуется для обеспечения подверженности инфекции, тогда как CD163 является определяющим рецептором для PRRSV. Свиньи с нокаутом CD163 полностью устойчивы к заражению PRRSV без явных симптомов, связанных с PRRSV, и без обнаруживаемых антител к PRRSV и РНК в сыворотке [3]. Кроме того, с помощью CRISPR/Cas9 в разных лабораториях были получены множественные генотипы модификаций CD163. Среди этих модифицированных CD163 свиньи с нулевым фенотипом были полностью устойчивы как к изолятам PRRSV 1-го, так и 2-го типа. Также были получены нокаутированные CD163 свиньи с нулевым фенотипом, и они продемонстрировали свою полную устойчивость к PRRSV [4].

Решение проблемы терморегуляция у свиней также возможна с использованием технологий генетического редактирования.

Из-за отсутствия функционального гена UCP1 у свиней отсутствует бурая жировая ткань (БЖТ). В результате отсутствует адаптивный термогенез без дрожи, опосредованный БЖТ. Таким образом, новорождённые поросята подвержены холодовому стрессу, который может привести к их гибели. Чтобы решить эту проблему, Чжэн и др. вставили UCP1 мыши, управляемый адипонектином, в эндогенный локус UCP1 свиньи с помощью стратегии нокдауна CRISPR/Cas9 в сочетании с SCNT. Полученные в результате нокдауна UCP1 свиньи продемонстрировали улучшенную способность поддерживать температуру тела при резком воздействии холода. Введение гена UCP1 способствует снижению накопления жировой ткани за счёт активации липолитических процессов, что подтверждено исследованиями [5]. Это делает свиней с данным геном перспективными для сельского хозяйства, поскольку они обладают не только лучшей терморегуляцией, но и более постным телосложением, что соответствует ключевым селекционным критериям.

Кроме того, современные генетические технологии позволяют создавать реципиентов для пересадки сперматогониальных стволовых клеток (SSC). Эти клетки играют ключевую роль в сперматогенезе, обеспечивая фертильность самцов благодаря способности к самообновлению и дифференцировке. Трансплантация SSC даёт возможность получать потомство от ценных доноров, что открывает новые перспективы в животноводстве. С точки зрения сельского хозяйства, трансплантация SSC является потенциальным инструментом для быстрого увеличения доступности гамет от желаемых высокопродуктивных

животных, что значительно влияет на эффективность производства, качество и т.д. Для успешной трансплантации SSC требуется самец-реципиент, у которого отсутствуют эндогенные SSC и другие зародышевые клетки, но сохранены неповрежденные соматические вспомогательные клетки. Для подавления сперматогенеза и индукции бесплодия ранее использовались химиотерапевтические средства или радиоактивное облучение, однако эти методы не давали желаемого результата из-за сохранения части эндогенных зародышевых клеток или возникновения выраженных побочных эффектов у животных-реципиентов. Альтернативным решением стало создание суррогатных доноров для трансплантации SSC путём инактивации гена, критически важного для развития сперматогониальных стволовых клеток. В исследовании Парка и его коллег были получены генетически модифицированные свиньи с нокаутированным геном NANOS2 путём микроинъекции системы CRISPR непосредственно в цитоплазму эмбрионов. У самцов с отсутствующим геном NANOS2 наблюдалось нарушение сперматогенеза, но при этом сохранялась гистологическая структура семенных канальцев, что делало их оптимальными реципиентами для трансплантации SSC [6].

Таким образом, использование методов редактирования генома свиней, является перспективной технологией для модернизации сельского хозяйства, позволяющей создавать породы с повышенной мышечной массой и низким содержанием жира, эффективным усвоением корма и ускоренным ростом; выводить животных, устойчивых к высококонтагиозным и летальным заболеваниям; свиньи с отредактированным геномом могут производить меньше фосфора в отходах благодаря изменениям в метаболизме. Геномное редактирование свиней способно революционизировать сельское хозяйство, повышая эффективность и устойчивость отрасли, но требует взвешенного подхода к регулированию и внедрению.

Список источников

1. Руан Дж., Сюй Дж., Чен-Цай Р. Ю. и Ли К. (2017). Редактирование генома в животноводстве: готовы ли мы к революции в животноводческой отрасли? *Transgenic Res.* 26, 715–726. doi: 10.1007/s11248-0170049-7.
2. Цзоу, И., Ли, З., Цзоу, И., Хао, Х., Ли, Н. и Ли, К. (2018). Нокаут гена FBXO40, созданный с помощью CRISPR/Cas9, вызывает гипертрофию мышц у свиней без заметных патологических последствий. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 498, 940–945. doi: 10.1016/j.bbrc.2018.03.085.
3. Виденхейт Б., Стернберг С. Х. и Дудна Дж. А. (2012). Системы генетического сайленсинга, управляемые РНК, в бактериях и археях. *Nature* 482, 331–338. doi: 10.1038/nature10886.
4. Ян, Х., Чжан, Дж., Чжан, С., Ши, Дж., Пан, Ю., Чжоу, Р. и др. (2018). Свиньи с нокаутированным CD163 полностью устойчивы к высокопатогенному вирусу репродуктивно-респираторного синдрома свиней. Противовирусные исследования 151, 63–70. doi: 10.1016/j.antiviral.2018.01.004.

5. Чжэн, Ц., Лин, Дж., Хуан, Дж., Чжан, Х., Чжан, Р., Чжан, С. и др. (2017). Реконструкция UCP1 с помощью CRISPR/Cas9 в белой жировой ткани свиней уменьшает отложение жира и улучшает термогенную способность. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114, E9474–E9482. doi: 10.1073/pnas.1707853114.

6. Парк, К. Э., Каучер, А. В., Пауэлл, А., Вакас, М. С., Сэндмайер, С. Э., Оутли, М. Дж. и др. (2017). Создание самцов свиней с абляцией зародышевой линии путем редактирования гена NANOS2 с помощью CRISPR/Cas9. *Sci. Rep.* 7:40176. doi: 10.1038/srep40176.

© Бондарев К.Д., Губарева Е.А., Слипченко Е.В., 2025

Определение оптимальных параметров ферментативной обработки пектинсодержащего сырья

Екатерина Романовна Вольнова, Михаил Сергеевич Лебедев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва

Аннотация. Традиционная технология производства пектина несовершенна: наносит вред экологии, требует больших затрат, несет опасность здоровью персонала и, из-за жестких условий процесса, приводит к частичному разрушению продукта, что снижает его качество. Актуален поиск решения экологических проблем, проблем организации производства пектина, качества конечного продукта. В работе представлено исследование влияния технологических параметров, таких как температура, рН среды, продолжительность, дозировка комплексного ферментного препарата на выход и качественные показатели пектиновых веществ из цитрусового жома. Установлено, что при увеличении дозировки ФП до 0,07 % выход пектинов возрастает, однако дальнейшее увеличение дозировки и продолжительность гидролиза свыше 3 часов приводят к снижению выхода из-за глубокого гидролитического распада полигалактуроновой кислоты. На основании регрессионного анализа и анализа факторных нагрузок были определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза цитрусового жома: рН = 4,5; t = 25 °С; количество ФП – 0,03 %. Также определили, что при кислотном гидролизе увеличение продолжительности процесса не оказывает значительного влияния на степень этерификации. В то же время, при ферментативной обработке степень этерификации изменяется. Степень метоксилирования цитрусового пектина снизилась с 63,2 % до 62,8 % при 2-часовом процессе. Изменение степени этерификации при увеличении продолжительности ферментативного гидролиза связано с активностью пектинэстераз, которые действуют как синергисты эндополигалактуроназ.

Ключевые слова: ферментативная обработка, пектин, степень этерификации, уравнение регрессии.

Determination of optimal parameters of enzymatic processing of pectin-containing raw materials

Ekaterina R. Volnova, Mikhail S. Lebedev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)", Moscow

Annotation. The traditional technology of pectin production is imperfect: it harms the environment, requires high costs, poses a danger to the health of personnel and, due to the harsh conditions of the process, leads to partial destruction of the product, which reduces its quality. The search for solutions to environmental problems, problems of organizing pectin production, and the quality of the final product is relevant. The paper presents a study of the effect of technological parameters such as temperature, pH of the medium, duration, dosage of a complex enzyme preparation on the yield and qualitative indicators of pectin substances from citrus pulp. It was found that with an increase in the dosage of AF to 0.07%, the yield of pectins increases, however, a further increase in the dosage and the duration of hydrolysis over 3 hours lead to a decrease in yield due to the deep hydrolytic decomposition of polygalacturonic acid. Based on regression analysis and factor load analysis, optimal parameters of enzymatic hydrolysis of citrus pulp were determined: pH = 4.5; t = 25 °C; amount of AF – 0.03%. It was also determined that during acid hydrolysis, an increase in the duration of the process does not significantly affect the degree of esterification. At the same time, the degree of esterification changes during enzymatic treatment. The degree of methoxylation of citrus pectin decreased from 63.2% to 62.8% during the 2-hour process. The change in the degree of esterification with an increase in the duration of enzymatic hydrolysis is associated with the activity of pectinesterases, which act as synergists of endopolygalacturonases.

Keywords: enzymatic treatment, pectin, degree of esterification, regression equation.

Введение. В настоящее время актуальность поиска новых технологий для получения необходимых веществ становится все более значимой. В частности, особое внимание уделяется разработке методов получения пектина. Пектин представляет собой компонент клеточных стенок растительных клеток и находит широкое применение в различных отраслях [1]. Его применение достаточно широко. Он задействован как в пищевой промышленности в качестве структурообразователя, так и в медицинской промышленности как добавка с физиологическими действиями, обладающая свойствами сорбента [4]. Помимо этого, имеются исследования, показывающие его возможное применение в качестве пребиотика, секвестранта желчных кислот, гипохолестеринемического препарата, компонента кровезаменителя. По этой причине необходим поиск технологий, которые бы позволили производить пектин высокого качества, с минимальным вложением ресурсов, без негативного влияния на здоровье персонала и окружающую среду. Одним из вариантов решения является применение комплексных ферментных препаратов [2]. В составе комплекса ферменты подбираются таким образом, чтобы обеспечить высокий выход целевого продукта при приемлемых условиях. В представленной работе проведен эксперимент, результатом которого является определение оптимальных условий ферментативной обработки цитрусового жома комплексным ферментным препаратом Lallzyme Beta™ для получения пектина.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали вторичное растительное сырьё – цитрусовый жом, полученный в лабораторных условиях на кафедре «Биотехнология и биоорганический синтез», ферментный препарат - Lallzyme Beta™ (Lallemand, Дания).

Выделение пектинов состояло из следующих стадий: вторичное сырьё в виде жома экстрагировали 96 %-ным этанолом в течение 1, 5 часа; отделяли спирт от образовавшегося осадка путём центрифугирования; к осадку добавляли воду (гидромодуль 1:4) и вносили ферментный препарат; по истечении времени отделяли гидролизат от осадка; концентрировали до уменьшения объёма в 2 раза; повторно экстрагировали 96 %-ным этанолом и центрифугировали; осадок сушили до постоянной массы.

Исследовали влияние температурного режима (20...60 °С) и рН среды (3,5...6,5), продолжительности (1...8 часов) и количества ферментного препарата (0,01..0,1 %), на выход пектинов из отходов растительного сырья.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены физико-химические показатели сырья, цитрусового жома, используемого в работе.

Таблица 1 – Физико-химические показатели цитрусового сырья, используемого для выделения пектина

п. п	Вид сырья	СВ, %	РВ, %	Белок, мг/см ³	Общая кислотность, %	Общий азот, мкг/см ³	Клетчатка, %	Витамины С, мг/100 г
	Цитрусовый жом	9,0± 2,0	31 ,33	0,17	0,70	0,10	16 ,00	71,00

Цитрусовое сырьё подвергали ферментативной обработке комплексным пектолитическим ферментным препаратом Lallzyme Beta™.

Для оценки эффективности ферментативной обработки были исследованы основные активности данного препарата. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2– Характеристика ферментного препарата Lallzyme Beta™

Пектолитическая		Пектинлиазная, ед/см ³	Целлюлазная, ед/см ³	Геммицеллюлазная (ксилазная) ед/см ³
ПГ, ед/см ³	ПЭ, ед/см ³			
3412,00	1220,00	180,60	1104,00	4,30

Исходя из данных таблицы 2, выбранный ферментный препарат возможно использовать для проведения ферментативного гидролиза, так как он обладает в наибольшей мере полигалактуронозной активностью, что, как предполагается, обеспечит отсечение фрагментов полигалактуронозой кислоты из состава нерастворимого пектина. Целлюлазная активность будет способствовать распаду микрофибрилл целлюлозы, что увеличит атакуемость протопектина для пектолитических ферментов [2,3].

Была получена математическая модель, отражающая влияние указанных параметров ферментативного гидролиза на выход пектиновых веществ.

На рисунках 1 в наглядной форме представлена зависимость выхода пектиновых веществ от температурного режима и рН среды, продолжительности и количества ферментного препарата.

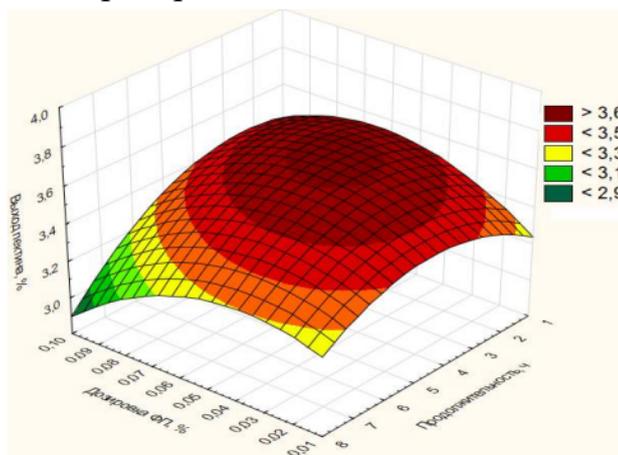


Рисунок 1. Зависимость выхода цитрусового пектина от дозировки ФП и продолжительности гидролиза

Уравнение регрессии: $y = 2,9294 + 20,8766 \cdot x_1 + 0,1134 \cdot x_2 - 138,169 \cdot x_1^2 - 0,54 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,0165 \cdot x_2^2$

где Y_1 – выход апельсинового пектина, % от массы абсолютно сухого сырья; x_1 – количество ФП, %, °С; x_2 – продолжительность гидролиза, ч.

Установлено, что при увеличении дозировки ФП до 0,07 % выход пектинов возрастает. При дальнейшем увеличении дозировки и при продолжительности гидролиза свыше 3 часов выход уменьшался, что связано с глубоким гидролитическим распадом полигалактурановой кислоты. В точке M1 (0,0711; 2,2728) определён максимум $Y_1(0,0711; 2,2728) = 3,8005$. Однако расход ФП в количестве 0,07 % от массы сырья посчитали экономически нецелесообразным, так как увеличение выхода пектиновых веществ было незначительным (менее чем на 0,05 %) при сравнении со значением, полученным при дозировке ФП 0,03 %.

Коэффициент детерминации уравнения регрессии $R^2 = 0,72$. Провели факторный анализ: число анализируемых переменных (факторов) – 2, минимальный порог – 0,05, способ поворота матрицы – варимаксный нормализованный. Результаты приведены на рисунке 2.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet1)	
	Factor 1	Factor 2
Дозировка ФП, %	-0,044107	-0,974459
Продолжительность, ч	0,939924	0,115162
Выход цитрусового пектина, %	-0,800313	0,455778
Expl.Var	1,525904	1,170566
Prp.Totl	0,508635	0,390189

Рисунок 2. Факторная нагрузка

Данные матрицы факторных нагрузок показывают, что наблюдалась высокая степень зависимости выхода апельсинового пектина от дозировки ФП и продолжительности процесса. Стоит заметить, что на фактор дозировка ФП приходится наибольшая доля дисперсий (50,9 %), следовательно, именно дозировка ФП оказывает наиболее существенное влияние на выход пектина.

Далее при установленных условиях: рН = 4,5; t=25°C, количество ферментного препарата 0,03 % исследовали влияние продолжительности гидролиза на степень этерификации пектинов.

Таблица 3 – Зависимость степени этерификации пектиновых веществ от продолжительности гидролиза

Продолжительность, ч	Вид гидролизующего агента	
	НСI	фермент
2	64,20	63,20
4	64,40	63,18
6	64,40	63,40
8	64,43	63,30
10	64,49	62,80

Определено, что при кислотном гидролизе увеличение продолжительности не приводило к существенным изменениям в значениях степени этерификации. Однако, при ферментативной обработке степень этерификации менялась. Степень метоксилирования цитрусового пектина с 63,2 % при 2-часовом процессе уменьшилась до 62,8 %. Изменение степени этерификации при увеличении продолжительности ферментативного гидролиза связано с работой пектинэстераз, которые являются синергистами эндополигалактуроназ.

Таким образом, в ходе настоящей работы были определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза цитрусового жома, обеспечивающие максимальный выход пектиновых веществ: температура 25 °С; рН=4,5; продолжительность 2 часа, количество комплексного ферментного препарата при уставленных активностях – 0,03 %.

Список источников

1. Adapa, V. Cold active pectinases: advancing the food industry to the next generation / V. Adapa, L. N. Ramya, K. K. Pulicherla, K. R. S. Sambasiva Rao // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. – 2013. – Vol. 172. – № 5. – P. 2324-2337.
2. Lara-Marquez, A. Biotechnological potential of pectinolytic complexes of fungi / A. Lara-Marquez, M. G. Zavala-Paramo, E. Lopez-Romero, H. C. Camacho // *Biotechnology Letters*. – 2011. – Vol. 33. – P. 859-868.
3. Wikiera, A. Multicatalytic enzyme preparations as effective alternative to acid in pectin extraction / A. Wikiera, M. Mika, M. Grabacka // *Food Hydrocolloids*. – 2015. – Vol. 44. – P. 156-161.
4. Хайтметова С.Б., Тураев А.С., Мухитдинов Б.И., Халилова Г.А. Выделение и физико-химические характеристики пектина из нетрадиционного природного сырья // *Химия растительного сырья*. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-i-fiziko-himicheskie-harakteristiki-pektina-iz-netraditsionnogo-prirodnogo-syrya> (дата обращения: 20.04.2025).

© Вольнова Е.Р., Лебедев М.С.

Экспериментальное обоснование возможности использования отхода производства холерной химической вакцины в качестве адсорбента при получении препарата для иммунодиагностики холеры

Владислав Романович Вольников¹, Нина Ивановна Белякова¹, Вадим Владимирович Рогожин¹, Елеонора Зурабовна Попова¹, Валентина Николаевна Максимова¹, Екатерина Алексеевна Глазкова¹, Александр Владимирович Комиссаров¹, Оксана Александровна Волох^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора,
г. Саратов

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»,
г. Саратов

Аннотация. В работе показана возможность использования отхода производства холерной вакцины – биомассы холерного вибриона штамма *Vibrio cholerae* 569В – в качестве адсорбента при получении препарата для иммунодиагностики холеры. Проведено сравнение сорбента из отходной биомассы с сорбентом, биомасса для которого была получена при контрольном культивировании в соответствии с нормативной документацией. Установлено, что титр специфических антител в развернутой реакции агглютинации с контрольными гомологичными штаммами снижался до допустимых значений и составлял 1:1600 - 1:800 после первой и второй адсорбции соответственно. Контроль полуфабриката диагностического препарата после проведения третьей процедуры адсорбции свидетельствовал о стабилизации уровня специфических антител на уровне 1:800. Данные показатели соответствовали, требованиям, предъявляемым нормативной документацией по производству и контролю указанного диагностического препарата.

Ключевые слова: холерная вакцина, отход производства, биомасса, сыворотка диагностическая

Experemental substantiation of applicability of the by product from manufacturing cholera chemical vaccine as an adsorbent in obtaining a drug for cholera

Vladislav R. Volnikov¹, Nina I. Belyakova¹, Vadim V. Rogozhin¹, Eleonora Z. Popova¹, Valentina N. Maksimova¹, Ekaterina A. Glazkova¹, Aleksandr V. Komissarov¹, Oksana A. Volokh^{1,2}

¹FSSI Russian Anti-Plague Institute “Microbe” of the Rospotrebnadzor, Saratov

Abstract. The paper demonstrates the possibility of using cholera vaccine production waste – biomass of the cholera vibrio strain *Vibrio cholerae* 569B – as an adsorbent in obtaining a drug for cholera immunodiagnosics. A comparison has been made between the sorbent manufactured from waste biomass and the sorbent, the biomass of which was obtained during control cultivation in accordance with regulatory documentation. It was found that the titer of specific antibodies in the expanded agglutination reaction with control homologous strains decreased to acceptable values and amounted to 1:1600 - 1:800 after the first and second adsorption, respectively. Control of the semi-finished diagnostic drug after the third adsorption procedure indicated stabilization of the level of specific antibodies at 1:800. Those indicators met the requirements of the regulatory documentation for the production and control of this diagnostic drug.

Keywords: *cholera vaccine, production waste, biomass, diagnostic serum*

На базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора выпускается холерная химическая вакцина. Основными отходами, образующимися при ее производстве, является биомасса холерного вибриона (этап культивирования) и ультрафильтрат (этап концентрирования). В настоящее время активно ведутся исследования по возможности применения данных отходов путем их возвращения в производственный цикл для получения полезных продуктов. Так, ранее нами была доказана эффективность применения ультрафильтрата в качестве питательной среды для культивирования различных штаммов микроорганизмов [1].

Технологии изготовления медицинских изделий сывороточных и иммуноглобулиновых препаратов для *in vitro* диагностики чумы, холеры псевдотуберкулеза предусматривает проведение процесса сорбции неспецифических антител, дающих перекрестные реакции с гетерологичными антигенами. Так, для получения сыворотки диагностической холерной Огава регламентировано использование в качестве адсорбента бактериальной массы штамма *Vibrio cholerae* O1 569B классического биовара серовара Инаба. Для ее получения проводится глубинное культивирование в условиях биореактора, время получения составляет 14 дней.

При производстве холерной химической вакцины отходом производства является инактивированная формалином клеточная масса штаммов-продуцентов. Ориентировочно ее годовой объем составляет около 100 килограмм. В настоящее время данный продукт обеззараживается в соответствии с СанПиН 3.3686-21 и утилизируется в соответствии с Промышленным регламентом (ПР) на производство вакцины. Нами было выдвинуто предположение, что данный отход можно применить в качестве адсорбента для получения сыворотки диагностической холерной Огава.

Цель работы – экспериментально обосновать возможность использования отхода производства холерной химической вакцины для изготовления бактериального адсорбента и его применения в производстве сыворотки диагностической холерной Огава.

В работе использовали производственный штамм *V. cholerae* O1 569В классического биовара серовара Инаба. Культивирование штамма проводили в биореакторах «BioFors Pilot 300» в казеиновом бульоне в течение 10 часов автоматическим поддержанием параметров культивирования и подкормкой глюкозой. Процесс культивирования проводили в соответствии с ПР.

По окончании культивирования реакторную культуру инактивировали добавлением 40% раствора формалина до конечной концентрации 0,6% с последующим инкубированием в течение (14 ± 2) ч, после чего делали высевы на специфическую стерильность. Клеточную массу получали центрифугированием формализированной реакторной культуры на проточной высокоскоростной трубчатой центрифуге «Сера Z81». Хранение биомассы проводили в холодильной комнате при температуре $(10 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

В эксперименте использовали «сырые» клетки и лиофилизированные («сухие»). Полученную биомассу разводили 0,9% раствором хлорида натрия в соотношении 1:1. Подготовленные субстанции разливали в поддоны таким образом, чтобы высота слоя жидкости не превышала 1,5 см. Лиофилизацию осуществляли в сублимационной сушильной установке Epsilon 2-6D (Martin Christ, Германия). Сушку проводили в соответствии с приемами, обоснованными ранее при разработке процесса лиофилизации иммуноглобулинов диагностических флуоресцирующих чумных на современном оборудовании [2]. Остаточная влажность после сублимационного высушивания составляла в пределах 1,5-2,0%.

В качестве контроля использовали биомассу, полученную при глубинном культивировании штамма-адсорбента в биореакторе «Bionet F3-50» на казеиновой питательной среде в соответствии с Промышленным регламентом на производство «Сыворотки диагностической холерной адсорбированной Огава».

Пригодность полученной биомассы в качестве специфического сорбента определяли путем проведения последовательных адсорбций полуфабриката сыворотки холерной Огава под контролем реакции агглютинации. Осуществляли 2 - 3 насыщения расчетным количеством микробной массы на определенный объем сыворотки. Для проведения одной адсорбции использовали не менее 5 мг «сухих» или не менее 20 мг «сырых» клеток штаммов-адсорбентов на 1 мл сывороточного сырья. «Сухие» клетки предварительно подготавливали: навески бактериальных масс заливали 0,9% раствором натрия хлористого в количестве, 10-15 раз превышающем вес адсорбента; тщательно гомогенизировали и выдерживали при температуре 18-22 °С в течение 18-20 ч.

Инкубацию сыворотки с сорбентом проводили при 37 °С в течение 2 ч. Установлено, что после первой адсорбции титр сыворотки, агглютинирующей гетерологичные микроорганизмы, снижается с 1:3200 до 1:200, после второй – 1:50. Титр специфических антител в развернутой реакции агглютинации с

контрольными гомологичными штаммами снижался до допустимых значений и составлял 1:1600 - 1:800 после первой и второй адсорбции соответственно. Контроль полуфабриката диагностического препарата после проведения третьей процедуры адсорбции свидетельствовал о стабилизации уровня специфических антител на уровне 1:800, гетерологичные микроорганизмы не агглютинировались диагностической сывороткой ни в одном из ее разведений. Данные показатели соответствовали, требованиям, предъявляемым нормативной документацией по производству и контролю указанного диагностического препарата.

Таким образом, была экспериментально подтверждена возможность использования отхода производства холерной химической вакцины – биомассы холерного вибриона штамма *V. cholerae* 569В – в качестве адсорбента в технологии изготовления медицинского изделия для *in vitro* диагностики «Сыворотка диагностическая холерная адсорбированная Огава», что позволит не проводить дополнительное культивирование с целью получения штамма-адсорбента.

Список источников

1. Вольников В.Р., Ульянов А.Ю., Салихов Р.Р., Дуракова О.С., Авдеева Н.Г., Самохвалова Ю.И., Волох О.А. Экологическая безопасность и перспективы развития малоотходных технологий в биотехнологическом производстве // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 317–323. DOI: 10.18500/1816-9775-2021-21-3-317-323
2. Разработка процесса лиофилизации иммуноглобулинов диагностических флуоресцирующих чумных на современном оборудовании / Комиссаров А.В., Овчинникова М.В., Лобовикова О.А., Бадарин С.А., Бибиков Д.Н., Сеницына Н.В., Глазкова Е.А., Гиненко Г.Н., Кириллова Т.Ю., Волосевич В.В., Никифоров А.К.// Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2024. – Т. 20, № 2. – С. 85-92.

© Вольников В.Р., Белякова Н.И., Рогожин В.В., Попова Е.З., Максимова В.Н., Глазкова Е.А., Александр Владимирович Комиссаров А.В., Волох О.А., 2025

Использование листьев тутового дерева в качестве альтернативного корма в животноводстве

Махир Гамза оглы Гаджиев, Вафа Ибрагим кызы Мегаррамова, Музакир Джамал оглы Мамедов

Научно-исследовательский институт животноводства,
Азербайджанская Республика, г. Гёйгёль

Аннотация. В статье рассматривается биохимический состав листьев тутового дерева, их питательная ценность, а также возможность использования оставшихся после кормления шелкопряда листьев в различных сферах животноводства и в лечении некоторых заболеваний животных. Кроме того, проводится сравнительный анализ биохимического состава листьев тутового дерева, луговой травы и люцерны. Указывается, что по энергетической ценности и питательности листья тутового дерева обладают преимуществами, что делает их перспективным альтернативным кормом.

Ключевые слова: листья, альтернативный корм, биохимический состав, животноводство, луговая трава, люцерна, энергетическая ценность, питательность

USE OF MULBERRY LEAVES AS AN ALTERNATIVE FEED IN ANIMAL HUSBANDRY

Mahir G.Gadzhiyev, Vafa I. Maharramova, Muzakir J. Mammadov

Scientific Research Institute of Animal Husbandry, Goygol, Republic of Azerbaijan

Abstract. The article discusses the biochemical composition of mulberry leaves, their nutritional value, and their use in various sectors of animal husbandry after being utilized as feed for silkworms and left on plantations post-harvest. It also highlights the application of mulberry leaves in treating various animal diseases. Additionally, the biochemical composition of mulberry leaves is compared with that of meadow grass and alfalfa.

Keywords: Leaf, alternative feed, biochemical composition, animal husbandry, meadow grass, alfalfa, energy value, digestibility.

Шелководство является одной из перспективных и доходных отраслей сельского хозяйства. Производство тутовых листьев имеет важное значение для шелковой промышленности.

Традиционно кормление шелкопряда завершается в конце мая, после чего через 10–15 дней плантации подвергаются обрезке. Тутовое дерево – уникальное растение, и правильное использование его листьев является важным фактором,

влияющим на продуктивность. По мере роста листьев их качество и биохимический состав изменяются, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние на урожайность и качество коконов.

Состав листьев тутового дерева, выращиваемого в разных регионах, может варьироваться в зависимости от почвенных условий, климата и других факторов. Листья богаты антиоксидантами, витаминами, минералами и другими биоактивными веществами. Их содержание зависит от вида тутового дерева, условий роста и методов обработки. Высокая питательная ценность листьев позволяет использовать их в качестве добавки в корм животных.

Биохимический состав свежих и сухих листьев отличается, так как содержание воды в свежих листьях значительно выше. Влажность свежих листьев составляет 60–75%, что снижает концентрацию некоторых веществ, но при этом сохраняет биоактивные компоненты. Высокое содержание влаги помогает сохранить свежесть листьев и их лекарственные свойства. Хотя свежие листья менее питательны, чем сухие, они по-прежнему богаты витаминами и минералами.

Тутовое дерево (*Morus alba*) привлекает внимание как природное средство, применяемое для лечения некоторых заболеваний мелкого рогатого скота. В ходе научно-исследовательских работ, проведенных специалистами Научно-исследовательского института животноводства на мелком рогатом скоте, было установлено, что при изменении рациона питания и введении в него молодых тутовых листьев наблюдается выздоровление животных при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и дыхательной системы.

Исследования показали, что содержащиеся в листьях флавоноиды, полифенолы и антиоксиданты улучшают пищеварение и обладают антимикробными свойствами. Эти компоненты укрепляют иммунную систему животных и способствуют их защите от различных заболеваний.

Листья черного тутового дерева отличаются высокой антиоксидантной и антимикробной активностью, способствуют лечению расстройств пищеварения и инфекционных заболеваний. Кроме того, доказано, что тутовые листья улучшают общее состояние здоровья животных и в некоторых случаях усиливают активность пищеварительных ферментов. Некоторые натуральные компоненты листьев обладают антибактериальными и противовирусными свойствами.

Использование тутовых листьев в качестве корма особенно полезно для мелкого рогатого скота в периоды стресса, например, после родов или во время заболеваний. Это способствует улучшению обмена веществ у животных.

Для обеспечения оптимального кормления животных и повышения продуктивности пастбищ в Азербайджане важное значение имеет чередование пастбищ и контроль состава кормов. Питательная ценность луговой травы и люцерны, потребляемых мелким рогатым скотом, зависит от содержания питательных веществ в растениях.

Луговая трава и люцерна являются основными кормами, обеспечивающими животных энергией. Энергетическая ценность кормов рассчитывается на основе

содержания сухого вещества. Биохимический состав сушёных и свежих (зелёных) форм листьев тутового дерева, люцерны и луговой травы представлен в следующих трёх таблицах.

Таблица 1-3. Биохимический состав свежих (зелёных) и сушёных форм листьев тутового дерева, люцерны и луговой травы

Состав	Свежие (зелёные) листья тутового дерева	Сушёные листья тутового дерева
Вода	81,72%	8-12%
Протеин	4,1%	22,3%
Сырая клетчатка	6,2%	34,0%
Сырая зола	1,8%	10,0%
Сырой жир	0,6%	3,5%
NDF (нейтрально-детергентная клетчатка)	11,5%	63,1%
ADF (кислотно-детергентная клетчатка)	6,5%	36,2%
Метаболическая энергия	206-408 ккал/кг	1130-2240 ккал/кг
Витамин С	15,2 мг/100 г	-
Витамин А	0,18 г/100 г	0,64 г/100 г
Витамин Е	0,00145 г/100 г	0,00288 г/100 г
Кальций (Ca)	0,03-0,07 г/100 г	0,19-0,37 г/100 г
Фосфор (P)	0,04-0,06 г/100 г	0,24-0,31 г/100 г
Железо (Fe)	5,1-8,5 мг/кг	28,2-46,74 мг/кг

Состав	Свежая (зелёная) луговая трава	Сушёная луговая трава
Вода	70-85%	10-15%
Протеин	2-5%	10-18%
Сырая клетчатка	4-6%	20-25%
Сырая зола	5-9%	5-12%
Сырой жир	1,9-2,6%	2,0-3,5%
NDF (нейтрально-детергентная клетчатка)	55-60%	60-70%
ADF (кислотно-детергентная клетчатка)	30-35%	35-45%
Метаболическая энергия	500-600 ккал/кг	2000-2200 ккал/кг
Витамин С	0,02-0,03 г/100 г	0,01-0,015 г/100 г
Витамин А	0,0045-0,007 г/100 г	0,004-0,006 г/100 г

Витамин Е	0,004-0,007 г/100 г	0,003-0,005 г/100 г
Кальций (Са)	0,25-0,5%	1,5-2,0%
Фосфор (Р)	0,2-0,3%	0,8-1,2%
Железо (Fe)	80-100 мг/кг	300-500 мг/кг

Состав	Свежая (зелёная) люцерна	Сушёная люцерна
Вода	75-80%	10-15%
Протеин	5-7%	10-18%
Сырая клетчатка	5-8%	20-25%
Сырая зола	8,0%	5-12%
Сырой жир	1,1%	2,0-3,5%
NDF (нейтрально-детергентная клетчатка)	35-45%	60-70%
ADF (кислотно-детергентная клетчатка)	25-30%	35-45%
Метаболическая энергия	560-700 ккал/кг	2000-2200 ккал/кг
Витамин С	0,1-0,15 г/100 г	0,01-0,015 г/100 г
Витамин А	0,01-0,015 г/100 г	0,004-0,006 г/100 г
Витамин Е	0,01-0,015 г/100 г	0,003-0,005 г/100 г
Кальций (Са)	1,5-2,5%	1,5-2,0%
Фосфор (Р)	0,2-0,3%	0,8-1,2%
Железо (Fe)	50-100 мг/кг	300-500 мг/кг

Луговая трава – основной кормовой ресурс для крупного и мелкого рогатого скота, обеспечивающий животных энергией, белками, витаминами и другими питательными веществами.

Для мелкого рогатого скота, особенно для овец и коз, содержание сырого протеина в луговой траве составляет 17–22%, а в люцерне – 10–16%. Количество перевариваемых питательных веществ варьируется от 55–65% в луговой траве до 50–60% в люцерне.

Овцы в основном питаются травами и дикими растениями, тогда как козы отдают предпочтение кустарникам и древесным породам. Оптимальная фаза роста кормовых растений – вегетационный период, так как по мере старения растений их переваримость снижается.

Энергетическая ценность луговой травы варьируется в зависимости от формы корма (свежий или высушенный). Влажная трава содержит 1,6–2,5 МДж/100 г сухого вещества, тогда как сушеная трава, обладая меньшей влажностью, имеет более высокую энергетическую плотность – 1,8–2,75 МДж/100 г сухого вещества.

Перевариваемость луговой травы зависит от ее вида и климатических условий. Например, у некоторых видов трав (например, травы рода *Brachiaria*)

перевариваемость варьируется в пределах 39–77%. Это важный показатель, определяющий количество энергии, получаемой животными из корма.

Эти показатели являются ключевыми факторами для роста, лактации и поддержания жизнедеятельности животных. Энергетическая ценность кормов зависит от их качества, стадии сбора и условий хранения.

Люцерна (*Medicago sativa*) широко используется в животноводстве в качестве высококачественного корма, богатого белками, клетчаткой и энергией. Она играет важную роль в питании крупного и мелкого рогатого скота, способствуя росту молодых животных и повышению молочной продуктивности.

Плоды черного тутового дерева улучшают пищеварение и укрепляют желудок, а также оказывают положительное влияние при дизентерии, диабете, анемии и общей слабости организма.

Листья белого тутового дерева применяются в виде настоя при простудных заболеваниях как жаропонижающее средство. Отвары из листьев и коры используются для лечения эпилепсии и чесотки. Настои и экстракты из коры и корней тутового дерева применяются при гипертонии, в качестве мочегонного средства и при гельминтозах.

Для более детального изучения способов использования тутовых листьев в кормлении животных в сухом или ферментированном виде рекомендуется ознакомиться с соответствующими научными исследованиями, поскольку результаты могут варьироваться в зависимости от конкретных условий хозяйства.

Список источников

1. Abbasov, A. İ., & Məmmədov, İ. A. (2018). *Azərbaycanın ipəkçiliyi və tut bitkisinin kənd təsərrüfatında rolu*. Bakı: Azərbaycan Dövlət Nəşriyyatı.
2. Aliev, R. M. (2017). *Шелководство и сельскохозяйственное значение тутового дерева*. Москва: Издательство АгроПресс.
3. Chauhan, J. S., & Singh, S. K. (2020). *Mulberry and Its Role in Silk Production and Animal Feeding*. New Delhi: Springer Nature.
4. Ertürk, C., & Aydın, M. (2019). *Dut Ağacı Yapraklarının Hayvancılıkta Kullanımı ve Besin Değeri*. İstanbul: Tarım ve Hayvancılık Araştırma Vakfı.
5. Gupta, A., & Yadav, R. (2021). "Nutritional and Medicinal Properties of Morus alba Leaves in Livestock Farming." *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10(3): 79-85.
6. Həsənov, S. A., & İsmayılov, Ə. Q. (2019). *Otlaqların məhsuldarlığının artırılması və kənd təsərrüfatı heyvanlarının yemlə təmin edilməsi*. Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı İnstitutu, Bakı.
7. Heyvandarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutu. (2021). *Tut yarpaqlarının heyvandarlıqda istifadəsi ilə bağlı elmi müşahidələr*. Bakı.
8. Huang, Y., & Lin, C. (2018). "Utilization of Mulberry Leaf as Feed for Livestock and Poultry." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(8): 1161-1172.
9. İvanov, N. P., & Petrova, A. V. (2015). *Состав и пищевая ценность листьев тутовника в животноводстве*. Москва: АгроНаука.

10. Li, X., & Park, B. (2022). "Bioactive Components of Fresh and Dried Mulberry Leaves for Animal and Human Health." *Food Chemistry*, 339: 127987.
11. Quliyev, R. S., & Məmmədov, E. İ. (2020). *Heyvandarlıqda yem bitkilərinin istifadəsi və onların qidalandırıcı xüsusiyyətləri*. Gəncə: Elmi Tədqiqat İnstitutu.
12. Türkmen, M. A. (2021). *Hayvan Beslemədə Dut Yapraklarının Önemi*. Ankara: Tarım Bakanlığı Yayınları.
13. Vəliyev, M. Ə. (2022). *Azərbaycan torpaqlarında tut bitkisinin yetişdirilməsi və istifadəsi*. Naxçıvan: NDU Nəşriyyatı.
14. Zhang, Y., Zhao, B., & Li, Q. (2019). "Effects of Mulberry Leaves on Animal Health and Performance." *Livestock Science*, 232: 123-132.
15. Para grass (*Brachiaria mutica*) // <https://www.feedipedia.org/node/486>
<https://www.feedipedia.org/>
16. Feeding Small Ruminants: Developing a Grazing System for Sheep and Goats // <https://u.osu.edu/sheep/2021/05/04/feeding-small-ruminants-developing-a-grazing-system-for-sheep-and-goats/>
17. Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects // <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/review-alternative-and-novel-feeds-for-ruminants-nutritive-value-product-quality-and-environmental-aspects/C88CDCABE4773F861A8D900A86581FFA>
18. Anti-Inflammatory and Anti-Bacterial Potential of Mulberry Leaf Extract on Oral Microorganisms // <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/9/4984>
19. Potential of Mulberry Leaf Biomass and Its Flavonoids to Improve Production and Health in Ruminants: Mechanistic Insights and Prospects // <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/11/2076>
20. Influence of Fermented Mulberry Leaves as an Alternative Animal Feed Source on Product Performance and Gut Microbiome in Pigs // <https://www.mdpi.com/2311-5637/10/4/215>
21. Leaf and stem chemical composition of Divergent alfalfa cultivars // <https://pdfs.semanticscholar.org/68bb/884f33ad0107fa2fcab049ab891428db7e9a.pdf>
22. Feed Composition for Cattle and Sheep // <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/livestk/01615.pdf>
23. Alfalfa Utilization by Livestock // <https://alfalfa.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk12586/files/media/document/s/UCAlfalfa8303Livestock-reg.pdf>
24. Current National Research Council (NRC) Reports // https://animalnutrition.org/nrc_reports
25. <https://www.sciencedirect.com/journal/animal-feed-science-and-technology>
- ©Гаджиев М.Г. , Магаррамова В.И., Мамедов М.Дж. 2025

Гигиена транспортировки пчел в Германии

Чулпан Рафиковна Галиева, Алмаз Ришатович Шарипов, Юнг Айсылу Хайретдинова
ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет,
г.Уфа,

Аннотация: В статье рассматриваются особенности транспортировки пчел в Германии с учетом соблюдения санитарных норм и правил. Освещены основные требования к перевозке пчел, включая подготовку ульев, обеспечение вентиляции, температурного режима и минимизацию стресса для пчел. Особое внимание уделено вопросам предотвращения распространения заболеваний и сохранению здоровья пчел во время транспортировки.

Ключевые слова: транспортировка пчел, ульи, вентиляция, температурный режим, профилактика заболеваний, продуктивность пчелиных семей.

Hygiene of bee transportation in Germany

Chulpan R. Galieva, Almaz R. Sharipov, Yung A. Khairutdinova
Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract. The article discusses the specifics of bee transportation in Germany, taking into account compliance with sanitary standards and regulations. The main requirements for the transportation of bees are highlighted, including the preparation of hives, ventilation, temperature control and stress minimization for bees. Special attention is paid to the issues of preventing the spread of diseases and preserving the health of bees during transportation.

Key words: transportation of bees, hives, ventilation, temperature regime, disease prevention, productivity of bee colonies.

Введение. Пчеловодство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, обеспечивающей производство меда, воска и других продуктов, а также опыление сельскохозяйственных культур. Одной из ключевых практик современного пчеловодства является кочевое пчеловодство - транспортировка ульев с пчелами для обеспечения их доступа к разным медоносным растениям.

Кочевание пчел позволяет пчеловодам увеличивать продуктивность пасек, расширять ассортимент собранного меда и вносить значительный вклад в сельскохозяйственное производство благодаря опылению растений. Однако без правильной подготовки перевозка может привести к стрессу пчёл, снижению их активности, потере части семьи и даже к гибели [1-3].

Цель и задачи. В связи, с чем целью нашего исследования явилось изучение основных методов и технологии транспортировки пчёл с учётом санитарных норм, выбор ареала, а также их влияние на сохранение здоровья и продуктивности пчелиных семей. Для достижения данной цели были поставлены задачи:

1. Проанализировать современные методы транспортировки пчелиных семей.
2. Определить факторы, вызывающие стресс и смертность пчёл при перевозке.
3. Изучить санитарно-гигиенические требования при транспортировке.
4. Определить оптимальные условия перевозки для минимизации стресса.

Материалы и методы исследования. Научно-исследовательская работа проводилась в предприятии, находящемся в Федеративной Республике Германии в комунне Варлиц на 60 пчелиных семьях породы бакфаст (Buckfastbiene). В качестве транспортировочных улей использовались стандартные ульи с вентиляцией и фиксированными рамками. Контроль микроклимата осуществлялся с помощью электронных датчиков температуры и влажности, установленных внутри ульев. Транспортировка пчелиных семей для медосбора верескового осуществлялась в Люнебург (Lüneburg), находящийся от предприятия в 70 км.

Перед транспортировкой пчелы были исследованы на бактериологические болезни расплода: американский, европейский гнильцы и парагнилец. Для этого были направлены образцы сотов в ветеринарную лабораторию. Отобранные образцы пересылаются по почте. При этом в сопроводительном письме указываются наименование материала, название хозяйства, пасеки, дата взятия проб и нумерация по группам пчелосемей и их локация.

Результаты исследования. Коммуна Варлитц расположен в округе Людвигслуст-Пархим в земле Мекленбург - Передняя Померания. Южная часть принадлежит речному ландшафтному биосферному заповеднику Эльба-Мекленбург-Передняя Померания.

Предприятие оснащено всеми необходимыми оборудованием, станками и инвентарем. Каждый мед после медогонки заполняют в пластиковые ведра в объеме 25 л или же сразу фасуют по банкам, для дальнейшей реализации нумеруют каждую партию. Номер партии также указывается на этикетках меда.

Ассортимент выпускаемой продукции: более 22 сортов меда, соты, прополис, маточное молочко, пыльца, свечи на основе пчелиного воска, различные косметические средства, медовое вино, а также медовые ликеры и шнапсы.

В настоящее время в предприятие имеется около 300 пчелиных ульев. Все они являются породы Бакфаст. Эта порода считается одной из самых популярных и универсальных пород медоносных пчёл, активно используемой в пчеловодстве. Бакфаст - гибридная порода, выведенная в Англии в результате длительной селекции, сочетает лучшие качества итальянских (основа), английских, греческих, египетских, македонских и анатолийских (из Турции) пчёл. Эти пчёлы характеризуются исключительным миролюбием, с отсутствием склонности к акарапидозу, варроатозу и инфекционным заболеваниям,

интенсивным развитием и эффективным использованием продолжительного медосбора. Плохо переносят низкие температуры в зимний период.

При транспортировке обязательно обращают внимание на нормативно-правовые акты:

1. Владелец пчелиных семей и пасек или его представитель обязан оказать необходимую помощь для проведения исследований.

2. Владелец или лица, которым поручено наблюдение, содержание и уход за пчелиными семьями, должны немедленно после прибытия в орган, ответственный за новое место, или уполномоченный им орган, представить справку от официального ветеринарного врача, ответственного за место происхождения, в отношении пчелиных семей, перемещенных в другое место. В справке должно быть указано, что пчелы были признаны свободными от американского гнильца, и место происхождения пчел не находится в запретном для гнильца районе. Сертификат должен быть выдан не ранее 1 сентября предыдущего календарного года и не старше девяти месяцев.

3. Сертификат, указанный в пункте 2, сохраняется органом, ответственным за новое местоположение, или органом, уполномоченным им. Для пчелиных семей, которые только временно перемещаются в другое место, в сертификате указывается место, начало и конец миграции, а также местоположение заражения пчелиными болезнями, обнаруженное во время миграции или на пасеке. Сертификат выдается владельцу или лицам, которым поручено наблюдение, содержание или уход за пчелиными семьями, когда пчелиные семьи вывозятся из района, находящегося в ведении компетентного органа.

3. Компетентный орган может разрешить исключения из пунктов 2 и 3, если это не противоречит интересам борьбы с эпидемиями.

4. Владелец пчелиных семей, которые временно перемещаются в другое место, должен вывесить на пасеке табличку со своим именем и адресом, а также количеством пчелиных семей с четким шрифтом, который должен быть хорошо виден. Он должен обеспечить осмотр пчелиных семей официальным ветеринарным врачом в его присутствии или в присутствии уполномоченного им лица, если такое обследование необходимо в целях борьбы с болезнями.

Современные методы транспортировки пчелиных семей направлены на минимизацию стресса для пчел и обеспечение их безопасности во время перевозки. Основные подходы включают:

1. Использование поддонов. Поддонная система предполагает групповое размещение ульев на специальных платформах, что облегчает их погрузку, разгрузку и транспортировку с помощью современной техники. Это особенно эффективно на крупных пасеках. При этом улья упираются с двух сторон друг в друга. Даже высокие ульи могут выдержать сильные потоки ветра.

2. Передвижные павильоны. Содержание пчел в мобильных павильонах снижает энергозатраты и трудоемкость ухода за ними. Такие павильоны позволяют легко перемещать пчелиные семьи к новым источникам нектара и обеспечивают оптимальные условия для их развития.

3. Транспортировка пчелопакетов. При перевозке пчел в пакетах важно обеспечить хорошую вентиляцию и устойчивое размещение в транспортном средстве. Рекомендуется регулярно проветривать салон автомобиля и следить за состоянием пчел по издаваемым ими звукам. Пакеты в салоне машины следует ставить устойчиво. Так, чтобы при резком маневре или торможении пакет не перевернулся и не рассыпался. По прибытии на пасеку, пчелопакеты сразу надо поставить на то место, где будет производиться их пересадка в ульи. Пересадить пчел в ульи следует как можно быстрее.

Исследование вопросов, связанных с транспортировкой пчел, показало, что эффективность и безопасность перевозки напрямую зависят от соблюдения технических, санитарных и климатических условий.

Перед транспортировкой пчел следует предварительно успокоить. Для этого ульи охлаждают с помощью вентилируемого корпуса или обрабатывают ульи дымом для снижения их активности. Чтобы избежать стресса и гибели пчел весь путь необходимо контролировать микроклимат в кузове

Транспортировку лучше всего осуществлять вечером или ночью, когда пчелы находятся в улье и менее активны, что снизить риск потери насекомых и упростить процесс транспортировки.

К основным факторам, влияющим на состояние пчел во время транспортировки, относятся температурный режим, уровень вентиляции в кузове транспортного средства, механические воздействия, такие как вибрация и резкие движения, а также санитарное состояние транспортного средства и оборудования.

По результатам наших исследований выявлено, что поддержание оптимальной температуры внутри кузова имеет решающее значение для предотвращения перегрева или переохлаждения пчел. Отсутствие качественной вентиляции может привести к накоплению углекислого газа, что негативно сказывается на жизнеспособности насекомых. Использование систем вентиляции или сетчатых элементов показало свою высокую эффективность в обеспечении доступа свежего воздуха. Было установлено, что сильная тряска и вибрация вызывают стресс у пчел, что может привести к снижению продуктивности и даже гибели семей. Использование амортизирующих элементов на транспортных средствах и надежное крепление ульев сводят к минимуму эти риски, повышая общий уровень безопасности.

Одним из ключевых аспектов было обеспечение санитарного состояния транспортного средства. Анализ результатов показал, что нарушения санитарных норм, в частности накопление пчелиных отходов, старого воска или мусора в кузове, способствуют распространению болезней и инфекций среди пчелиных семей. Чтобы предотвратить эти риски, рекомендуется:

- 1) регулярная уборка и дезинфекция кузова до и после каждой транспортировки;
- 2) использование материалов, устойчивых к воздействию влаги и дезинфицирующих средств;

3) обеспечение условий для сбора отходов (поддоны для мертвых пчел и мусора).

Особое внимание следует уделять предотвращению перекрестного заражения при транспортировке пчел из разных регионов. В этом случае важно соблюдать карантинные меры, обрабатывать ульи и корпус средствами, безопасными для пчел, а также использовать индивидуальную упаковку для ульев.

Таким образом, правильно организованная транспортировка пчел с учетом санитарных особенностей и соблюдением технических требований позволяет сохранить здоровье и продуктивность пчелиных семей, снизить риск их гибели и распространения заболеваний.

Список источников

1. Газизова, Н.Р. Комплексная морфологическая оценка трутней *apis mellifera* на территории Южного Урала / Н.Р. Газизова, Галиева Ч.Р., В.Р. Туктаров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета, 2019. - №2 (50). – С.65-71.

2. Костюченкова, О.Н. Способы погрузочно-разгрузочных работ при транспортировке ульев и их совершенствование / О.Н. Костюченкова, С.Е. Сауров // *Universum: технические науки*, 2021. - №2-2(83). – С.18-21.

3. Туктаров, В.Р. Оценка бактерицидного влияния антибиотиков при заболевании медоносных пчел европейским гнильцом / В.Р. Туктаров, Г.С. Мишуковская, В.З.Галимова, И.В. Чудов, Е.П. Дементьев, Ч.Р. Галиева, И.В. Миронова // *Journal of Global Pharma Technology*, 2020. -Т. 12. - №2. - С. 187-195.

© Галиева Ч.Р., Шарипов А.Р., Юнг А.Х.

Валидация метода определения активности антирабического иммуноглобулина в реакции нейтрализации на культуре клеток по показателю «линейность»

Сергей Вячеславович Генералов¹, Дмитрий Александрович Перевозников¹, Анастасия Александровна Савенкова¹, Елена Геннадьевна Абрамова^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, г. Саратов

²ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В работе проведена исследование валидационного параметра «линейность» для метода определения специфической активности антирабического иммуноглобулина, основанного на реакции нейтрализации вируса бешенства на культуре клеток Vero. Экспериментальные данные подтверждают соответствие указанного параметра «линейность» для аналитической области от 80 до 120% относительно номинального значения специфической активности 150 МЕ/мл.

Ключевые слова: антирабический иммуноглобулин, вирус бешенства, валидация аналитических методик, реакция нейтрализации.

Validation of the method for determining the activity of anti-rabies immunoglobulin in the neutralization reaction on cell culture using the "linearity" parameter

Sergey V. Generalov¹, Dmitry A. Perevoznikov¹, Anastasiya A. Savenkova¹, Elena G. Abramova^{1,2}

¹Russian Anti-Plague Institute «Microbe» of Rospotrebnadzor, Saratov

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The work presents a study of the validation parameter "linearity" for the method for determining the specific activity of anti-rabies immunoglobulin based on the rabies virus neutralization reaction on Vero cell culture. The experimental data confirm the compliance of the specified "linearity" parameter for the analytical range from 80 to 120% relative to the nominal value of specific activity of 150 IU/ml.

Keywords: antirabies immunoglobulin, rabies virus, validation of analytical methods, neutralization reaction

Бешенство – летальное заболевание, общее для человека и теплокровных животных, вызываемое нейротропным вирусом *Rabies virus (Lyssavirus rabies)*. Ежегодно в мире регистрируется около 59 000 случаев бешенства, преимущественно в странах Азии и Африки [1]. Бешенство является неизлечимым заболеванием, для предупреждения его развития в случае укуса подозрительным на бешенство животным используют антирабическую вакцину, или комбинированное введение вакцины и иммуноглобулина [2]. Одним из свойств, характеризующих терапевтическую способность антирабического иммуноглобулина (АИГ), является его специфическая (вируснейтрализующая) активность. Определение специфической активности антирабического иммуноглобулина осуществляют с помощью реакции нейтрализации на белых мышях с последующим расчетом титра по методу Рида и Менча [3]. Помимо указанного метода известны другие способы определения специфической активности АИГ, в том числе основанные на использовании реакции нейтрализации на клеточных культурах [4]. Ранее в институте «Микроб» для оценки специфической активности препарата «Иммуноглобулин антирабический из сыворотки крови, жидкий» (Россия) разработана модификация метода FAVN, особенностью которой является использование клеточной культуры Vero и штамма культурального вируса бешенства «Москва 3253_{vero}» [5]. После депонирования в Специализированную коллекцию эталонных культур штаммов вирусов II-IV групп патогенности ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России этот штамм получил название «Саратов» (регистрационный номер 1400). Основными преимуществами разработанной методики являются замена белых мышей на клеточную культуру, а также сокращение срока получения результатов с 14 до 3 дней.

Для дальнейшего применения разработанной методики для контроля качества АИГ необходимо проведение этапа подтверждения её пригодности, или валидации. Основными параметрами, характеризующими пригодность методики являются: специфичность, предел обнаружения, предел количественного определения, аналитическая область, линейность, правильность, прецизионность (воспроизводимость), устойчивость (робастность) [6]. Исследования отдельных валидационных характеристик (воспроизводимость, правильность, специфичность) были проведены ранее в процессе разработки методики. Целью настоящего исследования явилось изучение валидационного параметра «линейность» для предлагаемой методики определения специфической активности антирабического иммуноглобулина.

Исследование валидационной характеристики «линейность» осуществляли в соответствии с рекомендациями ОФС 1.1.0012 [7]. Для исследования стандартный образец предприятия специфической активности антирабического иммуноглобулина (188 МЕ/мл) разводили в культуральной среде 199 в 50 и более раз. Значения каждого из последующих разведений отличалось от предыдущего на 20%. Таким образом, изменения содержания специфических антител в модельных смесях соответствовали линейным значениям. При этом разведение, используемое для первого образца (1:50) соответствовало начальному

разведению, используемому для титрования антирабического иммуноглобулина. Остальные действия осуществляли согласно ранее разработанному протоколу [5]: образцы с иммуноглобулином титровали с трехкратным шагом в 96-луночных планшетах, после чего в лунки планшета добавляли вирус бешенства (штамм «Саратов») в количестве от 100 до 300 ИД₅₀ на 1 лунку. Нейтрализацию антител с вирусом бешенства «Саратов» осуществляли в течение 1 ч при 37°C, после чего к реакционной смеси добавляли культуру клеток Vero в концентрации 10⁵ клеток в 1 мл, а затем оставляли в СО₂-инкубаторе на 72 ч. Окрашивание клеточного монослоя осуществляли флуоресцирующим антирабическим иммуноглобулином «Флураб» (ВНИИЗЖ, Россия). Учет результатов осуществляли с помощью люминесцентного флуоресцирующего микроскопа «Микромед И ЛЮМ» (Россия). Специфические фокусы флуоресценции, обнаруживаемые в монослое, указывали на присутствие в клетках вируса бешенства, а отсутствие фокусов свидетельствовало о нейтрализации вируса бешенства антирабическим иммуноглобулином. Расчет титра вируснейтрализующих антител определяли по методу Рида и Менча.

Результаты эксперимента представлены на рисунках 1 и 2. Графики построены по средним значениям титров антител, соответствующих образцам с известной активностью (n=3).

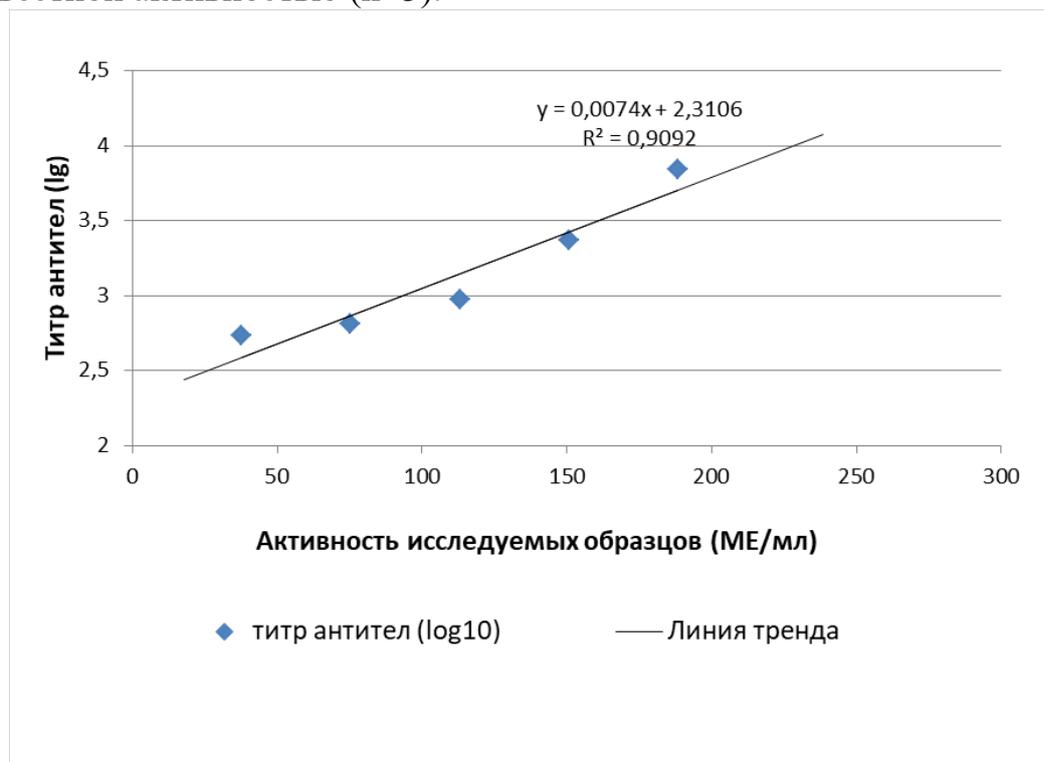


Рисунок 1. Анализ линейности метода определения специфической активности в диапазоне от 37 до 188 МЕ/мл

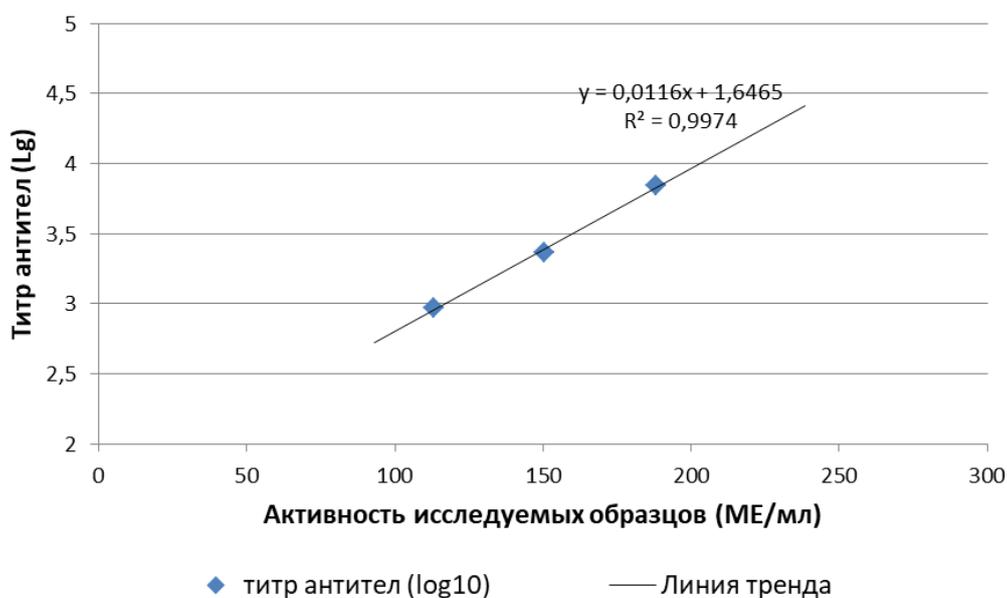


Рисунок 2. Анализ линейности метода определения специфической активности в диапазоне от 113 до 188 МЕ/мл

На рисунке 1 представлено изменение наблюдаемого титра антител для образцов, начальный диапазон специфической активности соответствовал значениям от 37 до 188 МЕ/мл. Для этого диапазона величина достоверности аппроксимации составила (R^2) 0,91. Данный показатель свидетельствует о достаточно высокой степени корреляции наблюдаемых значений титра от значений специфической активности, однако является недостаточным для оценки пригодности метода на данном диапазоне.

На рисунке 2 представлено исследование линейности в более узком диапазоне от 110 до 188 МЕ/мл. Этот диапазон соответствует значениям для методик количественного определения действующего вещества в лекарственном препарате и соответствует рекомендованному значению от 80 до 120% от его номинального содержания (специфическая активность антирабического иммуноглобулина должна быть не ниже 150 МЕ/мл).

Значение величины достоверности аппроксимации ($R^2 = 0,997$) свидетельствует о высоком приближении полученных значений к линейной зависимости и позволяет оценить предлагаемый метод как пригодный по показателю «линейность» в диапазоне от 113 до 188 МЕ/мл.

Список источников

1. WHO. Rabies vaccines: WHO position paper. Weekly Epidemiological Record, 2018. No. 93. P. 201–220
2. Warrell M.J. Current rabies vaccines and prophylaxis schedules // Vaccine. 2012. Vol. 30, no 49. P. 7167–7177. doi: 10.1016/j.tmaid.2011.12.005.
3. Laboratory techniques in rabies /eds. Meslin F.X., Kaplan M.M., Koprowski H. Geneva: WHO. 4 th ed., 1996. 469 p.

4. Гаврилова Ю. К., Генералов С. В., Абрамова Е. Г., Никифоров А. К. Методы *in vitro* для выявления вируса бешенства и оценка их использования в производстве антирабического иммуноглобулина //Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2021. Т. 21, № 2. С. 76-84. doi 10.30895/2221-996X-2021-21-2-76-84

5. Гаврилова Ю. К., Генералов С. В., Абрамова Е. Г., Савицкая Л.В., Галкина М.В., Кочкин А.В. Экспресс-анализ активности антирабических сывороток и иммуноглобулина в клеточных культурах методом иммунофлуоресценции // Биотехнология. 2018. Т. 34, № 4. С. 83–88. – doi 10.21519/0234-2758-2018-34-4-83-88

6. ICH Q2(R1). Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology. – Geneva, 2005

7. Общая фармакопейная статья 1.1.0012. Валидация аналитических методик. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV издание. 2023. <https://pharmacosrussia.ru/ofs-1-1-0012-15-validatsiya-analiticheskikh-metodik> (дата обращения 15.04.2025)

© Генералов С.В., Перевозников Д.А., Савенкова А.А., Абрамова Е.Г., 2025

Разработка технологии мягкого десертного сыра с черной смородиной

Валентина Николаевна Гетманец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»,
г. Барнаул

Аннотация. В данной статье рассмотрено современное состояние и перспективы производства сыра. В настоящее время многие исследователи и практики большое внимание обращают на расширение ассортимента молочной продукции, в том числе и мягким сырам. Путем внесения в рецептуру натуральных ингредиентов предложена технология мягкого сыра функциональной направленности. В качестве функционального наполнителя выбрана ягода черной смородины, которая вносилась в натуральном и в высушенном виде. Были получены образцы мягкого сыра, который выработывали в форме небольших шариков, обсыпанных высушенной черной смородины.

Ключевые слова: черная смородина, обсыпка, функциональный ингредиент, пищевая ценность, витамины, суточная доза, витамин С.

Development of technology for soft dessert cheese with black currant

Valentina N. Hetmanets

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Altai State Agrarian University", Barnaul

Annotation. This article examines the current state and prospects of cheese production. Currently, many researchers and practitioners pay great attention to expanding the range of dairy products, including soft cheeses. By introducing natural ingredients into the formulation, a soft cheese technology with a functional orientation is proposed. A black currant berry was chosen as a functional filler, which was applied in its natural and dried form. Samples of soft cheese were obtained, which was produced in the form of small balls sprinkled with dried black currants.

Keywords: black currant, sprinkling, functional ingredient, nutritional value, vitamins, daily dose, vitamin C

Введение.

В Алтайском крае переработкой молока занимаются 65 предприятий, из которых сыры вырабатывают 42 предприятия. Практически половина (48 %) молока идет на производство сыра. В 2024 годы производство сыра в Алтайском крае увеличилось на 0,6 % и составило 66, 2 тыс. тонн. Доля Алтайского сыра в

производстве сыра в РФ составило 7,9 % регион занял 2-е место среди субъектов Российской Федерации и 1-е место в СФО по итогам 2024 года.

В основе технологий пищевых функциональных продуктов лежит модификация состава традиционных, направленная на повышение пищевой ценности путем увеличения содержания полезных ингредиентов до уровня, который был бы соотносим с физиологическими нормами их потребления, то есть 20-50% от суточной потребности. Ряд авторов отмечают, что в настоящее время при производстве пищевых продуктов отмечается активное использование в рецептурах биологически активных веществ природного происхождения [1, 2,3]. Особое внимание и предпочтение отдается местному сырью, которое в составе содержит огромное количество необходимых для организма питательных веществ, в том числе витаминов.

Черная смородина, благодаря своим хозяйственно-биологическим свойствам (скороплодности, высокой урожайности, сильным характерным ароматом) в сочетании с высокой пищевой ценностью относится к одной из широко распространённых плодово-ягодных культур. [4,5,6]. Пищевая ценность данной ягоды сохраняется как в продуктах переработки, так и в готовых изделиях [7, 8,9].

Сыр является бесценным продуктом для здоровья человека. Он содержит множество витаминов и минеральных веществ. При регулярном употреблении в умеренных количествах, сыр, особенно мягкий, способен не только улучшить пищеварение, но и предотвратить серьёзные заболевания.

Большое внимание к мягким сырам можно объяснить, прежде всего, его технологией и реализацией без созревания и сравнительно высокой пищевой ценностью. При этом авторы отмечают, что полученные по существующим технологиям, зачастую содержат недостаточное количество витаминов, минеральных веществ и других биологически активных веществ, необходимых для нормального функционирования организма человека на протяжении длительного времени, что, как следствие, приводит к возникновению различных заболеваний [10].

Цель данной работы разработать технологию производства мягкого сыра функциональной направленности путем использования в рецептуре натуральных ингредиентов.

Методика исследований.

Объектом исследований послужил мягкий сыр функциональной направленности.

В ходе проведения исследований было использовано следующее сырье: молоко пастеризованное коровье, ягоды черной смородины. В качестве коагулянта вносили уксусную кислоту. Образцы мягкого сыра вырабатывали по классической технологии, с использованием термокислотной коагуляции. Влияние наполнителя на качество мягкого сыра проводили путем дегустации.

Результаты исследований. В ходе проведения эксперимента было изучено влияние ягод черной смородины на органолептические показатели готового

продукта и обоснования ее использования в качестве наполнителя в технологии мягкого сыра. В качестве сырья использовали пастеризованное молоко с массовой долей жира 3,2 %. В качестве коагулянта вносили уксусную кислоту.

Для придания функциональных свойств была выбрана черная смородина.

Содержание питательных веществ в 100 г черной смородины отображены ниже.

Белки – 1г

Жиры – 0,4 г

Углеводы – 7,3 г

Пищевые волокна - 4,8 г

Витамин С – 200 мг

Кальций - 36 мг

Магний – 31 мг

Калий – 350 мг

Натрий – 32 мг.

Таким образом, в черной смородине содержится высокое содержание минеральных веществ таких как – калий, натрий, кальций и магний. Данная ягода была выбрана из-за большого содержания в ней витамина С, который выполняет ряд функций.

- Обладает противомикробным действием;
- поддерживает синтез коллагена;
- влияет на формирование костной ткани и скелета;
- участвует в регуляции иммунной системы.

В связи с этим в качестве функционального ингредиента было принято решение использовать ягоду черной смородины.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные, Термины и определения» чтобы продукт считался функциональным, то одна порция должна содержать не менее 15 % суточной нормы функционального ингредиента.

Суточная доза потребления витамина С составляет 90 мг/сут. [11].

Для правильной дозировки черной смородины с учетом суточного потребления рассчитаем сколько нужно внести наполнителя

$$X = \frac{15 \times 90 \times 100}{100 \times 200}$$

где X – масса ягодного наполнителя, мг.;

15- минимальное содержание функционального ингредиента в порции, %;

90- суточная потребность в витамине С, мг/сут.;

100 – масса порции сыра, г;

100 – коэффициент перевода процентов в доли, %;

a – содержание витамина С в наполнителе.

С учетом содержания витамина С в черной смородине была рассчитана масса функционального ингредиента, который использовали в качестве наполнителя.

При выработке мягкого сыра смородину вносили непосредственно на этапе формирования, и для обсыпки использовали сухую смородину.

Для лучшего гастрономического восприятия из черной смородины удалили косточки и добавили небольшое количество сахара-песка.

Для получения сухой смородины, ягоду промывали, сортировали и высушивали в сушке для ягод при температуре 60 °С, из высушенных ягод черной смородины получили ягодный порошок.

За основу получения мягкого сыра взяли технологию производства сыра термокислотной коагуляции типа адыгейского.

Молоко жирностью 3,3 % нагревали до температуры 92-95 °С, добавляли уксусную кислоту, перемешивали в течение 3-5 минут до получения сырного зерна и выделения сыворотки.

После этого отделяли сыворотку и вносили подготовленную черную смородину. Смесь перемешивали для равномерного распределения наполнителя по объему сырного сгустка, формовали в виде шариков, из расчета на одноразовую порцию, и на поверхность наносили предварительно подготовленный порошок из черной смородины. Потребительские показатели полученных изделий оценивала комиссия, в состав которой входило 5 человек.

Готовые образцы приведены на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид сыра с черной смородиной.

Дегустация готовых изделий показала, что внесение черной смородины придало сыру соответствующий наполнителю вкус и запах. Внесения наполнителя не оказало отрицательного влияние на консистенцию, не была нарушена ее связанность.

Таким образом, органолептическая оценка показала, что внесение в качестве наполнителя черной смородины не приводит к ухудшению органолептических показателей сыра, а наоборот улучшает их. Использование черной смородины при производстве десертных мягких сыров расширит органолептическую палитру не только вкусо-ароматических показателей, но и цветовой гаммы продукта.

Заключение. Таким образом, использование черной смородины в качестве наполнителя имеет широкие перспективы при изготовлении десертных мягких сыров. Плоды черной смородины характеризуются не только хорошими технологическими качествами, но и пищевой ценностью и являются источником витамина С.

Список источников

1. Мельникова Е.В., Беляков А.А., Величко Н.А. Разработка рецептуры и технологии кекса с использованием ягод ирги // Ползуновский вестник. 2023. No 1. С. 164-170. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.020. EDN: <https://elibrary.ru/WBOEQL>.

2. Гетманец В.Н. Разработка композиции творожных глазированных сырков. Сурский вестник. 2023. 3 (23). с. 54-59. DOI: 10.36461/2619-1202_2023_03_009

3. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения /А. В. Борисова, А. А. Рузянова, А. М. Тяглова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20>.

4. Аджиахметова С.Л. Изучение суммарного содержания антиоксидантов, полисахаридов, элементного состава и аминокислот растительного сырья смородины черной /Аджиахметова С.Л., Червонная Н.М., Поздняков Д.И., Оганесян Э.Т. // Химия растительного сырья. 2021. No3. С.265–274.

5. Акимов М.Ю. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства/Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М., Эллер К.И., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А. [и др.] // Вопросы питания. 2020. Т. 89. No4. С.220–232

6. Исследование антиоксидантного комплекса интродуцированных сортов черной смородины Свердловской области/ О. В. Чугунова [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. No 2, С. 12–18. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.002. EDN: <https://elibrary.ru/YQZWXE>.

7. Воронина М.С. Исследование химических характеристик ягод черной смородины в ходе обработки жидким азотом/Воронина М.С., Макарова Н.В., Игнатова Д.Ф., Гуляева А.Н., Голубева Т.С., Каткасова В.Г., Бабенкова А.А. // Химия растительного сырья. 2022. No3. С. 301–308.

8. Вяткин А.В. Исследования перспективных сортообразцов черной смородины Уральской селекции/Вяткин А.В., Чеботок Е.М. // Промышленность и сельское хозяйство. 2023. No6(59). С. 53–59.

9. Громова И.А. Исследование химических характеристик продуктов и отходов переработки ягод черники и черной смородины /Громова И.А., Воронина М.С., Макарова Н.В. // Химия растительного сырья. 2021. No1. С.251–257.

10. Способ производства мягкого сыра с порошком из моркови функциональной направленности/ В.Б. Мазалевский [и др.] // Ползуновский вестник. 2023. No 3. С. 107–114. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.014. EDN: <https://elibrary.ru/LUUTLM/>

11.Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.]

© Гетманец В.Н., 2025

Влияние среды желудочного сока на выживаемость бактериофагов

Екатерина Алексеевна Глазкова¹, Кристина Сергеевна Гумаюнова¹, Александр Владимирович Комиссаров¹, Мария Владимировна Овчинникова¹, Григорий Николаевич Гиненко¹, Вадим Денисович Чубуков^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт “Микроб” Роспотребнадзора, г. Саратов

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию среды желудочного сока на выживаемость бактериофагов. Выявлено значительное снижение активности бактериофага через 60 минут и полная его инактивация через 120 минут.

Ключевые слова: рН, желудок, бактериофаг

The effect of the gastric juice environment on the survival of bacteriophages

Ekaterina A. Glazkova¹, Kristina S. Gumayunova¹, Alexander V. Komissarov¹, Maria V. Ovchinnikova¹, Grigory N. Grinenko¹, Vadim D. Chubukov^{1,2}

¹Federal State Scientific Institution «Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe» of the Federal Service for Surveillance on Consumers' Rights Protection and Human Well-being», Saratov

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The results of studies on the effect of the gastric juice environment on the survival of bacteriophages are presented. A significant decrease in the activity of the bacteriophage after 60 minutes and its complete inactivation after 120 minutes were revealed.

Key words: pH, stomach, bacteriophage

Вызовом для здравоохранения является все большее увеличение у *V. cholerae* невосприимчивости к действию антибиотиков [6,7]. Может сложиться такая ситуация, что применение только лишь антибиотиков при лечении и экстренной профилактике холеры может оказаться малоэффективным. Исследователями, с ссылкой на монографию Каттер Э. и Сулаквелидзе А. [3], констатируется, что «...препараты на основе бактериофагов могут быть хорошим дополнением к

проводимой антибактериальной терапии» [1]. В связи с этим разработку лечебно-профилактических холерных бактериофагов представляется важным направлением научно-производственной работы.

Основным путем доставки препаратов для лечения и профилактики кишечных инфекций является пероральный путь их доставки [2]. Поэтому задача изучения влияния среды желудочного сока на холерные бактериофаги является актуальной.

В исследованиях использовали холерный монофаг 23/16, применяемый при изготовлении препарата «Бактериофаги диагностические холерные эльтор СТХ⁺ и СТХ⁻, раствор для диагностических целей (фаги диагностические ctx⁺ и ctx⁻)».

Исследование влияния среды желудочного сока на холерный монофаг 23/16 проводили по двум методикам. Первая методика заключалась в помещении 1 мл фагового раствора в 2 мл 0,1 М раствор соляной кислоты, инкубации полученной смеси при температуре 37 °С в течение до 180 мин с анализом количества фаговых частиц через 60, 120, 180 мин. Данная методика изложена в ОФС.1.4.1.0015 «Таблетки» [4].

Вторая методика была идентична вышеизложенной, за исключением дополнительного присутствия в испытуемом растворе фермента – пепсина в количестве 400 мг. Эту методику применяли при исследовании свойств противохолерного иммуноэнтеросорбента [5].

Количество фаговых частиц определяли методом агаровых слоев, предложенным А. Gratia [8].

Полученные данные представлены в таблице. Их анализ позволяет говорить о том, что через 60 мин от начала проведения эксперимента количество фаговых частиц уменьшается на 6 порядков, а через 120 мин фаги не обнаруживаются.

Таблица 1. – Данные по определению количества фаговых частиц в растворах, имитирующих содержимое желудочного сока в зависимости от времени инкубации

Состав тестирующего раствора	Количество фаговых частиц в зависимости от времени инкубации, БОЕ/мл			
	0 мин	60 мин	120 мин	180 мин
0,1 М раствор соляной кислоты	3×10^8	2×10^2	н/о	н/о
0,1 М раствор соляной кислоты+пепсин	3×10^8	9×10^1	н/о	н/о
Примечание. н/о – не обнаружено.				

Таким образом, на примере холерного монофага 23/16, экспериментально доказана низкая выживаемость холерных бактериофагов в растворах, имитирующих состав желудочного сока. Полученные данные возможно использовать при разработке лечебно-профилактических холерных бактериофагов.

Список источников

1. Аноприенко А.О., Тюрина А.В., Гаевская Н.Е., Погожова М.П. Создание экспериментального профилактического препарата на основе холерных бактериофагов // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2020. Т. 16, № 3. С. 10-13.
2. Казьянин А.В., Орлова Е.В., Ефимова М.Г., Функнер Е.В., Шитова О.И. Бактериофаги: Опыт производства и применения // Фармация. 2010. № 3. С. 36-37.
3. Каттер Э., Сулаквелидзе А. Бактериофаги: биология и практическое применение / Перевод с английского. – М.: Научный мир. 2012. 636 с.
4. Общая фармакопейная статья ОФС.1.4.1.0015 «Таблетки». Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-4/1-4-1-lekarstvennye-formy/tabletki-/?ysclid=m6isq9v5qk704073968>
5. Овчинникова М.В., Комиссаров А.В., Абрамова Е.Г., Киреев М.Н., Ульянов А.Ю., Бибиков Д.Н., Исляева М.Н., Никифоров А.К. Разработка лекарственной формы готового препарата противохолерного иммуоэнтеросорбента // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 3. С. 100-104. – DOI 10.21055/0370-1069-2017-3-100-104.
6. Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., Кругликов В.Д., Монахова Е.В., Чемисова О.С., Лопатин А.А., Иванова С.М., Подойницына О.А., Водопьянов А.С., Левченко Д.А., Савина И.В. Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2024. № 1. С. 76-88.
7. Das B., Verma J., Kumar P., Ghosh A., Ramamurthy T. Antibiotic resistance in *Vibrio cholerae*: Understanding the ecology of resistance genes and mechanisms // Vaccine. 2020. Vol. 1. P. 83-92.
8. Gratia A. **Des relations numériques entre bactéries lysogènes et particules de bactériophages** // Annales de l'Institut Pasteur. 1936. t. 57. p. 652-676.

©Глазкова Е.А., Гумаюнова К.С., Комиссаров А.В., Овчинникова М.В., Гиненко Г.Н., Чубуков В.Д., 2025

Тепловые характеристики диагностических чумных и псевдотуберкулезного бактериофагов

Екатерина Алексеевна Глазкова, Григорий Николаевич Гиненко, Александр Владимирович Комиссаров, Мария Владимировна Овчинникова, Оксана Анатольевна Лобовикова, Сергей Анатольевич Бадарин, Дмитрий Николаевич Бибилов, Наталья Викторовна Синицына, Татьяна Юрьевна Кириллова, Виктория Вячеславовна Волосевич, Алексей Константинович Никифоров

ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, г. Саратов,

Аннотация. Представлены результаты исследований по определению температуры полного замерзания, нижней и верхней эвтектической температуры диагностических чумных и псевдотуберкулезного бактериофагов.

Ключевые слова: бактериофаги диагностические чумные и псевдотуберкулезный, лиофилизация эвтектические температуры

Thermal characteristics of diagnostic plague and pseudotuberculous bacteriophages

Ekaterina A. Glazkova, Grigory N. Grinenko, Alexander V. Komissarov, Maria V. Ovchinnikova, Oksana A. Lobovikova, Sergey A. Badarin, Dmitry N. Bibikov, Natalia V. Sinitsyna, Tatiana Y. Kirillova, Victoria V. Volosevich, Alexey K. Nikiforov

Federal State Scientific Institution «Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe» of the Federal Service for Surveillance on Consumers' Rights Protection and Human Well-being», Saratov

Abstract. The results of studies on the determination of the freezing point, lower and upper eutectic temperatures of diagnostic plague and pseudotuberculous bacteriophages are presented.

Keywords: diagnostic bacteriophages, plague and pseudotuberculous, lyophilization, eutectic temperatures

Одними из зарегистрированных диагностических препаратов, применяемых для лабораторной диагностики чумы являются бактериофаги диагностические чумные Л413С, Покровской (П) и псевдотуберкулезный, производство которого осуществляется в ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора. Данные медицинские изделия представляют собой лиофилизированные стерильные фильтраты фаголизата бульонных культур

чумного и псевдотуберкулезного микробов, содержащих взвесь частиц бактериофагов чумных (Л-413С и Покровской) и псевдотуберкулезного, а также среду высушивания – пептон 10% и желатин 1,5%. Проведенная в начале 20 годов текущего столетия глубокая реконструкция производственных мощностей приготовления диагностических препаратов, в том числе приобретенного и введенного в эксплуатацию лиофилизационного оборудования, потребовала проведения исследований по обоснованию параметров сушки препаратов. Следует отметить, что подбор параметров лиофилизации в каждом конкретном случае является сложной технологической задачей [1,2].

Основными характеристиками вещества, на знании которых существует возможность установить требуемые параметры процедур замораживания и последующей сублимации, являются температуры полного замерзания, нижняя и верхняя эвтектическая температуры [3-6].

С целью установления указанных характеристик ИДФЧ использовали методику, описанную L. Rey [7]. В ходе реализации эксперимента осуществляют одновременное определение температуры изучаемого вещества и электрического сопротивления (LyoRx) в ходе заморозки с дальнейшим оттаиванием материала. Этот методический подход был успешно использован для определения вышеназванных показателей у специфических иммуногенных компонентов холерной химической вакцины [8]. Проведенные исследования, результаты которых представлены на рисунке, дали основания констатировать, что температура полного замерзания, нижняя и верхняя эвтектические температуры составляют: минус 40 °С, минус 35 °С и минус 28 °С соответственно. Следует сказать о том, что вышеназванные величины были практически идентичны для всех трех наименований бактериофагов. Это объясняется схожей технологией их получения, в первую очередь, одинаковым качественно-количественным составом сред высушивания. Пользуясь полученными значениями температур, а также рекомендациями изложенных рядом исследователей [4,8-11], можно говорить о целесообразности замораживания бактериофагов до минус 40-45 °С (на 5-10 °С меньше величины нижней эвтектической температуры) и сублимации препаратов при температуре минус 28-35 °С.

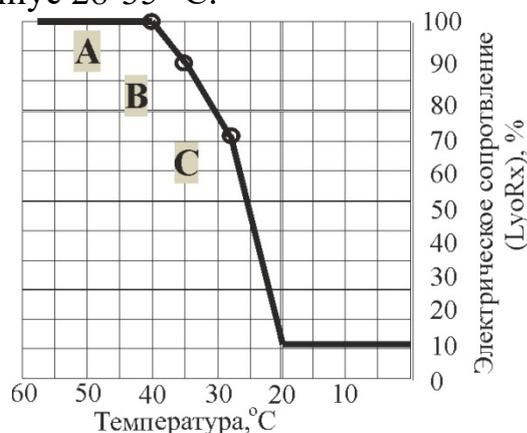


Рисунок 1. Кривая, выражающая взаимосвязь электрического сопротивления и температуры бактериофагов

Список источников

1. Пушкарь В.Г., Новицкая И.В., Кулаков М.Я., Павлова К.А., Степурина А.М. Усовершенствование процесса лиофильного высушивания иммунобиологических препаратов на современном оборудовании // Вестник ВолГМУ. 2011. Т. 40, № 4. С. 65-68.
2. Семакова А.П., Кудрявцева О.М., Попова П.Ю., Комиссаров А.В., Микшис Н.И. Стабилизация путем лиофилизации иммуногенных антигенов *Bacillus anthracis* в составе прототипа рекомбинантной вакцины против сибирской язвы // Биотехнология. 2017. Т. 33, № 3. С. 57-65.
3. Гусаров Д.А. Лиофилизация биофармацевтических белков (миниобзор) // Биофармацевтический журнал. 2010. Том. 2. №5. С. 3-7.
4. Нежута А.А., Сербис Е.С. Разработка научно-обоснованных режимов сублимационной сушки биопрепаратов // Биотехнология. 2001. № 6. С. 59-67.
5. Комиссаров А.В., Бибиков Д.Н., Волох О.А., Бадарин С.А., Сеницына Н.В., Костылева Н.И., Германчук В.Г., Никифоров А.К. Лиофилизация живых вакцин // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2018. Т. 14, № 3. С. 56-73.
6. Tang X., Pikal M. Design of Freeze-Drying Processes for Pharmaceuticals: Practical Advice // Pharm. Res. 2004. Vol. 21. P. 191-200.
7. Rey L., May J.C. Freeze Drying/Lyophilization of Pharmaceutical and Biological Products. London: Informa Healthcare, 2010. 564 p.
8. Комиссаров А.В., Кочкалова Н.Н., Сеницына Н.В., Бадарин С.А., Костылева Н.И., Волох О.А., Клокова О.Д., Никифоров А.К. Исследование процесса сублимационного высушивания иммуногенов холерной химической вакцины // Проблемы особо опасных инфекций. 2016. № 1. С. 90-93.
9. Constantino H.R., Pikal M.J. Lyophilization of Biopharmaceuticals. Arlington, VA, USA: AAPS Press, 2004. 686 p.
10. Pikal M.J., Rambhatla S., Ramot R. The Impact of the Freezing Stage in Lyophilization: Effects of the Ice Nucleation Temperature on Process Design and Product Quality // Am. Pharm. Review. 2002. Vol. 5. P. 48-53.
11. Searles J.A., Carpenter J.F., Randolph T.W. The ice nucleation temperature determines the primary drying rate of lyophilization for samples frozen on a temperature-controlled shelf // J. Pharm. Sci. 2001. Vol. 90. P. 860-871.

©Глазкова Е.А., Гиненко Г.Н., Комиссаров А.В., Овчинникова М.В., Лобовикова О.А., Бадарин С.А., Бибиков Д.Н., Сеницына Н.В., Кириллова Т.Ю., Волосевич В.В., Никифоров А.К. 2025

Анализ реологических свойств соусов с применением олеогелей

Вера Вячеславовна Гордовская, Алиса Михайловна Кривилёва, Диана Алексеевна Салосьятова, Юлия Владимировна Николаева, Вероника Владимировна Тарасова
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
г. Москва

Аннотация. Высокое содержание жировых компонентов пищи, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека, в составе пищевых продуктов приводит к росту алиментарно-зависимых заболеваний, при этом рынок испытывает нехватку вкусных низкокалорийных альтернатив. Решением может стать прогрессивная технология производства соусов на основе олеогеля, которая позволяет сохранить привычные вкусовые качества, снижая при этом содержание насыщенных жирных кислот. Олеогель в составе рецептуры не только улучшает пищевую ценность продукта, но и повышает его стабильность, продлевая срок хранения. Уникальность технологии открывает перспективы для её применения не только в пищевой промышленности, но и в других отраслях. В условиях отсутствия аналогов на рынке, разработка представляет собой экономически перспективное решение, соответствующее современным запросам на здоровое питание.

Ключевые слова: олеогель, соус, сроки хранения, пищевая ценность, содержание жиров.

Analysis of rheological properties of sauces using oleogels

Gordovskaya V.V., Krivileva A.M., Salosyatova D.A., Nikolaeva, Yu.V., Tarasova V.V.

Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), Russia, Moscow

Abstract. High content of fatty components of food, which have a negative impact on human health, in the composition of food products leads to an increase in alimentary-dependent diseases, while the market is experiencing a shortage of tasty low-calorie alternatives. The solution may be a progressive technology for the production of sauces based on oleogel, which allows you to preserve the usual taste, while reducing the content of saturated fatty acids. Oleogel in the composition of the recipe not only improves the nutritional value of the product, but also increases its stability, extending the shelf life. The uniqueness of the technology opens up prospects for its application not only in the food industry, but also in other industries. In the absence of analogues on the market, the development is an economically promising solution that meets modern demands for healthy nutrition.

Keywords: oleogel, sauce, shelf life, nutritional value, fat content.

Разработка уникальных рецептов соусов с заданными потребительскими свойствами и оптимизированным химическим составом является актуальным и перспективным направлением развития современной пищевой промышленности [1]. В рамках данного исследования были рассмотрены перспективы использования и применение олеогелей, а также лизированных форм кисломолочных бактерий для разработки рецептуры соуса с пониженным содержанием жира. Олеогель представляет собой пищевое масло в виде твердой дисперсной системы, дисперсионной системой которого являются жидкие пищевые масла [4]. В данном соединении дисперсной фазой являются низкомолекулярные или высокомолекулярные соединения, которые образуют стабильную и постоянную структуру. При разработке образца олеогеля руководствовались методикой, предложенной НИИ Саратовского государственного технического университета (ТИСГТУ). Данная методика предполагает собой последовательное введение и получение единой дисперсной системы из отдельных ингредиентов пищевого олеогеля. При создании олеогеля руководствовались методикой, предложенной Саратовским жирокombинатом (ГК Русагро).

Для разработки рецептуры соуса с заданными коллоидно-химическими свойствами и использованием лизированных форм молочнокислых бактерий была выполнена разработка йогурта. Для создания лабораторного образца йогурта был выполнен матричный анализ преимуществ и особенностей культивирования отдельных микроорганизмов. В качестве закваски для йогурта использовали лизированные формы молочнокислых бактерий штаммов *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermentum* и *Lactobacillus sakei* [2]. Для оценки структурно-реологических свойств разработанных образцов соусов с различным содержанием компонентов были проведены анализы по оценке вязкости продукта при помощи вискозиметра, а также коллоидной стабильности и органолептического анализа. Выбор культур микроорганизмов производился с учетом их пробиотического действия, а также анализом реологических параметров йогурта после сквашивания. Данные культуры и штаммы микроорганизмов имеют совместимость с компонентами олеогеля, а также с условиями ферментации и производства йогурта (рис. 1) [3].

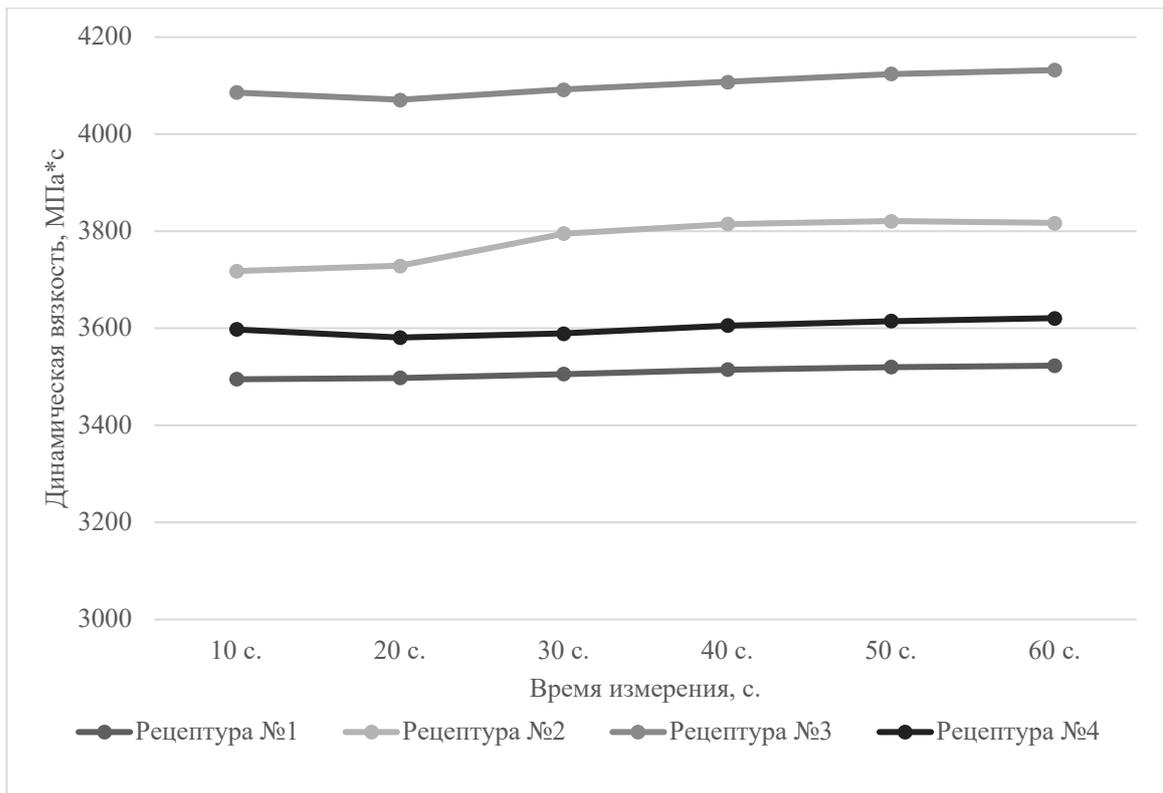


Рисунок 1. Зависимость динамической вязкости образца от количества олеогеля

Наиболее близкой к эталону является образец под номером 3 с показателем динамической вязкости 4117 МПа*с.

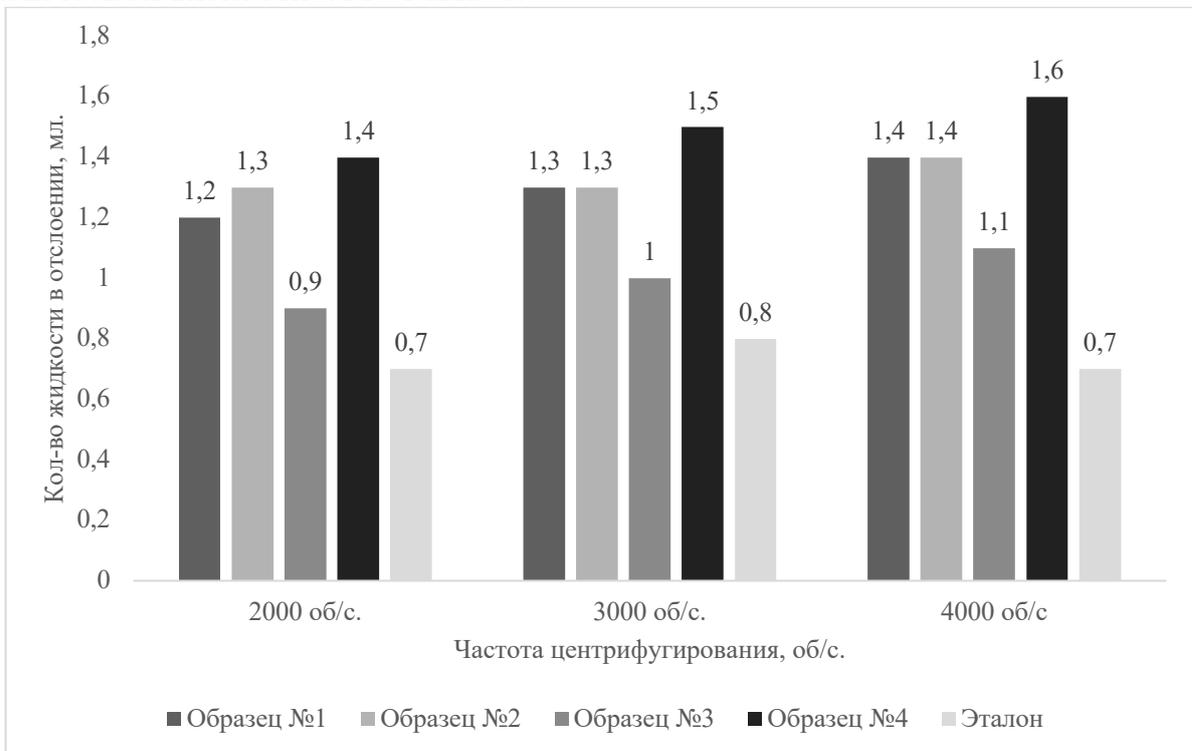


Рисунок 2. Коллоидная стабильность образцов соуса с олеогелем

Лучшим образцом среди проб соуса с олеогелем стал образец под номером 3 с показателем отслоения 1,1 мл. жидкости, в то время как эталонный образец имеет показатель 0,7 мл (рис. 2, таб. 1).

Таблица 1 – Рецептуры образцов соуса с олеогелем

Ингредиент	Соотношение г/100 г.			
	№1	№2	№3	№4
Йогурт	92,40	91,98	90,72	92,40
Олеогель + белок	0,46	0,92	2,27	0,00
Инулин	4,62	4,60	4,54	4,62
Укроп сушеный	2,31	2,30	2,27	2,31
Ароматизатор «огурец малосолёный»	0,12	0,11	0,11	0,12
Олеорезин чеснока зеленого	0,09	0,09	0,09	0,09

По данным проведенного исследования можно сделать вывод, что образец под номером 3 имеет лучшие структурно-реологические свойства. По результатам проведения органолептического анализа результаты третьего образца были выше по среднему значению отдельных параметров. По данным проведенного органолептического анализа была составлена профилограмма для образцов с олеогелем и белком, представленная на рис. 3.

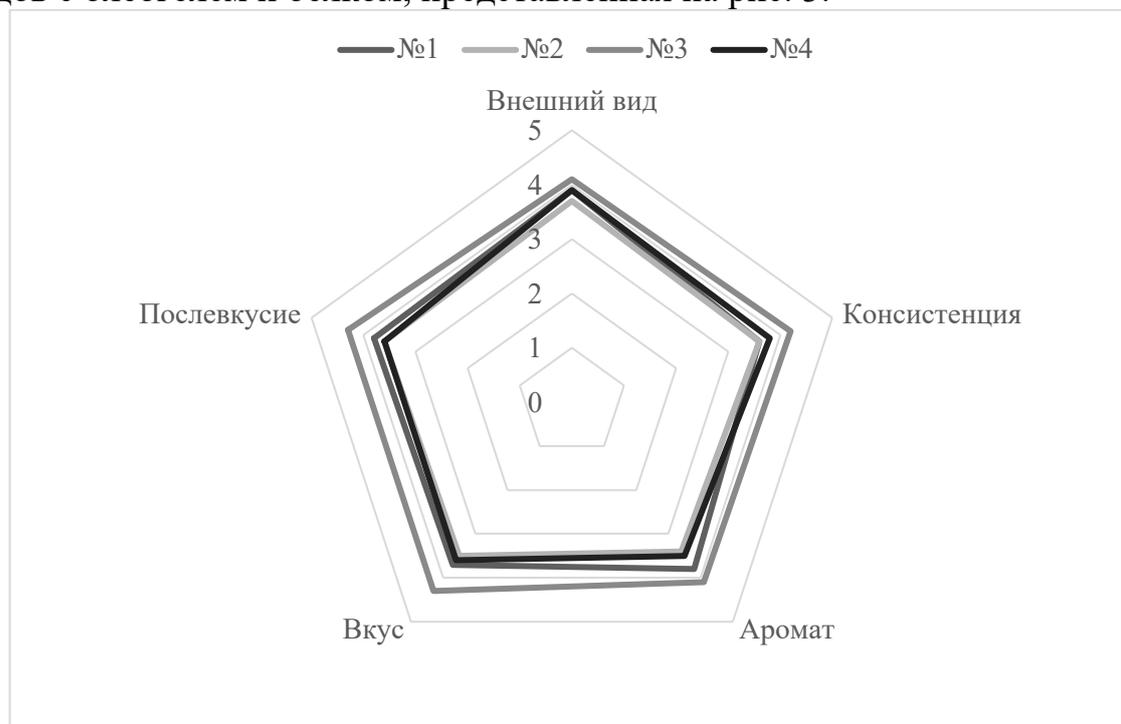


Рисунок 3. Профилограмма органолептического анализа образцов соусов с олеогелем

По данным проведенного органолептического анализа представленных образцов можно сделать вывод, что среди 4 разработанных образцов соусов наилучшими результатами обладает образец под номером 3 с средним баллом 4,2. Основными достоинствами разработанного образца соуса являются вкус и

послевкусие, а также консистенция. Для остальных образцов респондентами были отмечены недостатки в виде нестабильной консистенции, а также неприятным вкусом и выраженным кислым послевкусием. Данный образец под номером 3 включает в себя йогурт, изготовленный на основе закваски, состоящей из лизированных форм молочнокислых бактерий, а также смеси олеогеля и сывороточного протеина.

Список источников

1. Восканян, О. С. Эмульсионные продукты функционального назначения / О. С. Восканян, В. Х. Паронян. — Текст : непосредственный // Пищевая промышленность. — 2020. — № 5. — С. 114-120.

2. Лузан, В. Н. Разработка технологии соусов с функциональными ингредиентами / В. Н. Лузан, И. И. Бадмаева. — Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — № 41. — С. 67-73.

3. Орлова, Т.Н. Выделение молочнокислых бактерий из объектов природного происхождения и отбор среди них штаммов, наиболее перспективных для создания бактериальных заквасок и концентратов / Т. Н. Орлова, А. Н. Иркитова // Сб. ст. конф.: «Биотехнология и общество в XXI веке». – Барнаул: Изд-во АлтГУ. – 2015. – С. 232–235.

4. Тишкова, А. И. Соусы как продукт в современных технологиях производства продуктов питания длительного хранения / А. И. Тишкова, В. В. Тарасова, Ю. В. Николаева // Пищевая промышленность. – 2023. – № 1. – С. 54-58. – DOI 10.52653/PPI.2023.1.1.012. – EDN FKBNIL.

© Гордовская В. В., Кривилёва А. М., Салосятова Д. А., Николаева Ю. В., Тарасова В. В., 2025

Фаговые антитела для индикации тетрациклина

Ольга Ивановна Гулий, Ольга Александровна Караваева

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук»,
г. Саратов

Аннотация. Появление антибиотиков и продуктов их метаболизма в водных ресурсах обусловлено повсеместным использованием противомикробных препаратов в медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве, аквакультуре. Поэтому активно ведутся исследования по развитию методов индикации антибиотиков в водных средах. Одним из перспективных направлений по обнаружению антибиотиков и их метаболитов в объектах окружающей среды является использование метода иммуноанализа с применением фаговых антител. Фаговый дисплей антител является универсальной платформой для получения антител. В работе показана возможность получения антител, специфичных к тетрациклину и дальнейшее их применение для определения целевого антибиотика.

Ключевые слова: тетрациклин, фаговые антитела, антибиотики, дот-иммуноанализ.

Phage antibodies for tetracycline detection

Olga I. Guliy, Olga A. Karavaeva

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov

Abstract. The emergence of antibiotics and their metabolites in water resources is due to the widespread use of antimicrobial drugs in medicine, veterinary science, agriculture, and aquaculture. Therefore, research is actively underway to develop methods for indicating antibiotics in aquatic environments. One of the promising areas for detecting antibiotics and their metabolites in environmental objects is the use of immunoassay using phage antibodies. Phage display of antibodies is a universal platform for obtaining antibodies. The work shows the possibility of obtaining antibodies specific to tetracycline and their further use to target antibiotic detection.

Keywords: tetracycline, phage antibodies, antibiotics, dot immunoassay.

Попадание в водные ресурсы и дальнейшая циркуляция антибиотиков и продуктов их деградации создает глобальные экологические проблемы для человечества. Отсутствие антибиотиков является одним из важнейших показателей качества питьевой воды [1]. Особую опасность представляют тетрациклины, о чем свидетельствует уровень продаж во всем мире. Объем продаж тетрациклинов занимает 1 место от всех реализуемых антибактериальных препаратов (в соответствии с данными на 2021 г.) [2]. Поэтому актуальным направлением является развитие методов индикации тетрациклинов в водных ресурсах.

Иммуноанализ – надежный, эффективный и точный метод анализа низкомолекулярных веществ (в том числе антибиотиков), которые могут присутствовать в водных ресурсах [3]. Технология фагового дисплея для селекции *in vitro* переменных одноцепочечных фрагментов иммуноглобулинов (scFv) является прекрасной альтернативой получения традиционных антител [3,4]. Технология фагового дисплея является выгодной заменой гибридной технологии поскольку заменяет все этапы работы по иммунизации животных и удалению селезенки простыми процедурами манипулирования с ДНК и бактериями, в результате чего сокращается время получения стабильных клонов, продуцирующих антитела и, в конечном итоге, удешевляя процесс [5]. Основные этапы фагового дисплея и особенности работы с фаговой библиотекой описаны в работах [5,6]. Антитела, полученные с помощью технологии фагового дисплея, успешно используются для терапии [7,8], для индикации вирусов [9,10], бактерий и биомаркеров [11,12], антибиотиков ампициллина [13] и канамицина [14].

В работе проведены эксперименты по оптимизации технологии фагового дисплея для получения антител, специфичных к тетрациклину и отработан протокол получения антител. Для получения антитетрациклиновых антител проводили с первого по четвертый раунды селекции фаговых антител, специфичность которых в отношении тетрациклина проверяли после каждого раунда селекции с помощью метода дот-иммуноанализа с визуальным учётом результатов. Полученные с использованием оптимальных условий антитела применяли для оценки их специфичности и возможности индикации тетрациклина в водных растворах с помощью метода дот-иммуноанализа. В результате проведенных исследований показано, что фаговые антитела, специфичные к тетрациклину, проявляют активность только к целевому антибиотику и не взаимодействуют с иными антибиотиками (ампициллином, канамицином, гентамицином). При оценке возможности индикации тетрациклина показано, что антитетрациклиновые фаговые антитела позволяют проводить индикацию тетрациклина в водных растворах с нижним пределом детекции 1 мкг/мл методом дот-иммуноанализа.

Полученные результаты являются перспективными для развития методов индикации антибактериальных препаратов с использованием фаговых антител. Учитывая высокую специфичность фаговых антител к тетрациклину, они смогут

составить конкуренцию антителам фаговой природы при определении целевого антибиотика.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-24-00309.

Список источников

1. Sadrolhosseini A.R., Hamidi S.M., Mazhdi Y. // *Measurement*. 2025. V. 239. 115412.
2. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2018 Trends from 2010 to 2018. Tenth ESVAC report. https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2018-trends-2010-2018-tenth-esvac-report_en.pdf
3. Гулий О.И., Дыкман Л.А. Иммуноанализ с использованием полноразмерных и фаговых антител для обнаружения антибиотиков // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2024. № 4. С. 325-339.
4. Li, L., Wu, S., Si, Y., Li, H., Yin, X., Peng, D. // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2022. V. 21. P. 4354–437.
5. Тикунова, Н.В., Морозова, В.В. // *Acta Nat.* 2009. V. 1. P. 22–31.
6. Guliya O.I., Evstigneeva S.S., Dykman L.A. Recombinant antibodies by phage display for bioanalytical applications // *Biosensors and Bioelectronics*. 2023. V. 222. 114909.
7. Frenzel, A., Schirrmann, T., Hust, M. // *mAbs* 2016. V. 8. P.1177–1194.
8. Majewska, J., Kaźmierczak, Z., Lahutta, K., Lecion, D., et al., // *Front. Immunol.* 2019. V. 10. 2607.
9. Mustafa, M.I., Mohammed, A. // *SLAS Discov.* 2024. V. 29. 100140.
10. Petrenko, V.A., Gillespie, J.W., De Plano, L.M., Shokhen, M.A. // *Viruses*. 2022. V. 14. 384.
11. Petrenko, V.A. // *Viruses*. 2018. V. 10. 311.
12. Petrenko, V.A. // *Viruses*. 2024. V. 16. 277.
13. Гулий, О.И., Алсовэйд, А.К.М., Фомин, А.С., Габалов, К.П., Староверов, С.А., Караваева, О.А. // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2022. Т. 58. С. 513–519.
14. Гулий, О.И., Евстигнеева, С.С., Староверов, С.А., Фомин, А.С., Караваева, О.А. // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2023. Т. 59. С. 512–519.

© Гулий О.И., Караваева О.А. 2025

Фаговые антитела и акустическая сенсорная система для индикации белков теплового шока

Ольга Ивановна Гулий¹, Борис Давыдович Зайцев², Ирина Анатольевна Бородина², Сергей Александрович Староверов¹, Роман Дмитриевич Вырщиков¹, Евгений Сергеевич Козлов³, Ксения Константиновна Фурсова⁴, Федор Александрович Бровко⁴, Лев Абрамович Дыкман¹

¹Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (ИБФРМ РАН),

г. Саратов

²Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,

г. Саратов.

³Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,

г.Саратов

⁴Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН,

г. Пущино

Аннотация. Показана перспективность акустической сенсорной платформы на основе пьезоэлектрического резонатора в комбинации с фаговыми антителами для индикации белков теплового шока (БТШ), локализованных на поверхности клеток мышинной миеломы P3X63Ag8.653. В качестве аналитического сигнала сенсорной системы для регистрации взаимодействия БТШ со специфичными фаговыми антителами использовали изменение модуля электрического импеданса резонатора. Полученные результаты являются перспективными для развития неинвазивного экспресс-метода ранней диагностики рака на основе определения БТШ.

Ключевые слова: белки теплового шока, онкодиагностика, акустическая сенсорная система.

Phage antibodies and acoustic sensor system for heat shock proteins indication

Olga I. Guliy¹, Boris D. Zaitsev², Irina A. Borodina², Sergey A. Staroverov¹, Roman D. Vyrshchikov¹, Evgeniy S. Kozlov³, Ksenia K. Fursova⁴, Fedor A. Brovko⁴, Lev A. Dykman¹

¹Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov

²Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics, Russian Academy of Sciences, Saratov Branch, Saratov

³Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering Named After N.I. Vavilov, Saratov

⁴Branch of Shemyakin–Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Pushchino

Abstract. The prospect of an acoustic sensor platform based on a piezoelectric resonator in combination with phage antibodies for indicating heat shock proteins (HSP) localized on the cell surface of the mouse myeloma cell line P3X63Ag8.653 was shown. The change in the modulus of the electrical impedance of the resonator was used as an analytical signal of the sensor system for recording the interaction between HSP and specific phage antibodies. The obtained results are promising for the development of a noninvasive express method for early cancer diagnostics based on HSP determination.

Keywords: heat shock proteins, oncodiagnostics, acoustic sensory system.

Согласно данным ВОЗ на 2020 г. онкологические заболевания занимают второе место в списке основных причин смерти после заболеваний сердечнососудистой системы [1,2]. Поэтому активно развиваются исследования, направленные на усовершенствование методов ранней диагностики онкологических заболеваний. Вероятность излечения онкологического пациента в большой мере зависит от стадии болезни, поэтому на каждом этапе патологического процесса могут применяться разные методы диагностики [3].

Биомаркеры рака являются важными индикаторами роста опухоли. Они используются не только для диагностики и мониторинга заболевания, но и для обеспечения прогностического подхода к лечению. Белки теплового шока являются биохимическими маркерами онкологических заболеваний [4,5]. Одним из перспективных направлений ранней диагностики рака является развитие сенсорных методов индикации онкологических биомаркеров, в том числе с помощью акустических датчиков. Значительным преимуществом акустических датчиков является возможность интегрировать их с другими технологиями для разработки многопараметрических и интеллектуальных устройств, собирающих полную информацию о биомаркерах. При развитии сенсорных систем важным моментом является подбор соответствующего сенсорного компонента. Целенаправленные исследования ученых по развитию методов ранней диагностики рака и биоинженерии на протяжении десятилетий создавали молекулярные сенсорные зонды, которые позволяли диагностировать и

прогнозировать мониторинг раковых заболеваний путем их взаимодействия с опухолевыми клетками и/или растворимыми в крови биомаркерами [6].

В настоящей работе использовали технологию фагового дисплея для получения антител, специфичных к БТШ, которые в дальнейшем применяли в качестве сенсорного элемента компактной акустической сенсорной системы для индикации БТШ. Основные этапы получения антител с помощью технологии фагового дисплея и преимущества фаговых антител представлены в работе [7].

В результате проведенных исследований показана перспективность применения акустической сенсорной системы для индикации БТШ, локализованных на поверхности клеток мышинной миеломы P3X63Ag8.653, с использованием фаговых антител, специфичных к БТШ. Данные, полученные с помощью акустической платформы, находятся в полном соответствии с результатами цитофлуориметрии клеток. Показано, что фаговые антитела, специфичные к БТШ, конъюгированные с FITC, связываются с мишенями (БТШ) на клетках более чем в 90% случаев. Это свидетельствует о высоком сродстве полученных антител с антигенными сайтами БТШ.

Полученные результаты являются перспективными для развития методов индикации БТШ с помощью акустического датчика с использованием фаговых антител, специфичных к БТШ, в качестве сенсорного компонента.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-29-00463.

Список источников

1. Всемирная организация здравоохранения. Рак: официальный сайт. – 2021.
2. Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I., Parkin D.M., Piñeros M., Znaor A., Bray F. Int. Cancer statistics for the year 2020: An overview. *J. Cancer*. 2021. V. 149. P. 778–789. DOI: 10.1002/ijc.33588.
3. Crosby D., Bhatia S., Brindle K.M., Coussens L.M., Dive C., Emberton M., Esener S., Fitzgerald R.C., Gambhir S.S., Kuhn P., Rebbeck T.R., Balasubramanian S. Early detection of cancer // *Science*. 2022. 375. eaay9040.
4. Гулий О.И., Староверов С.А., Дыкман Л.А. Белки теплового шока в онкодиагностике // *Прикладная биохимия и микробиология* 2023. Т. 59 № 4. С. 323–336. DOI: 10.31857/S0555109923040062.
5. Guliy O.I., Staroverov S.A., Karavaeva O.A., Dykman L.A. Heat Shock Proteins as biosensor instruments for cancer detection. In: Singh, S.K., Chandra, P. (eds) *Protein biomarkers: Discovery and applications in clinical diagnostics*. Springer, Singapore. 2024. Chapter 11. P. 209–244. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5045-0_11.
6. Petrenko V.A. Phage Display's Prospects for Early Diagnosis of Prostate Cancer // *Viruses* 2018. V. 10. 311. <https://doi.org/10.3390/v10060311>.
7. Guliy O.I., Evstigneeva S.S., Dykman L.A. Recombinant antibodies by phage display for bioanalytical applications // *Biosensors and Bioelectronics*. 2023. V. 222. 114909.

© Гулий О.И., Зайцев Б.Д., Бородина И.А., Староверов С.А., Вырщиков Р.Д., Козлов Е.С., Фурсова К.К., Бровко Ф.А., Дыкман Л.А. 2025

Научная статья
УДК 620.3

Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии аммиака

Ярослав Борисович Древки, Анастасия Сергеевна Козлова, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Борис Иванович Древки

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов.

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и проводится стабилизация получаемых частиц Кремофор А-25.

Ключевые слова: наночастицы, селен, кремофор А-25.

SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES STABILIZED WITH CREMOPHORE A-25 IN THE PRESENCE OF AMMONIA

Yaroslav B. Drevko, Anastasia S. Kozlova, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and the stabilization of the resulting particles with cremophore A-25 is carried out.

Keywords: nanoparticles, selenium, cremophore A-25.

Селен обладает высокой биологической активностью, однако в своей неорганической форме (селенита и селената натрия) он плохо усваивается организмом и обладает высокой токсичностью, одним из выходов является использование органических форм селена, однако за последнее время наиболее интересным считается введение в живой организм наночастиц селена, которые обладают как высокой биодоступностью, так относительно низкой токсичностью. Селен может быть использован для лечения широкого спектра заболеваний как у человека, так и у животных [1-6].

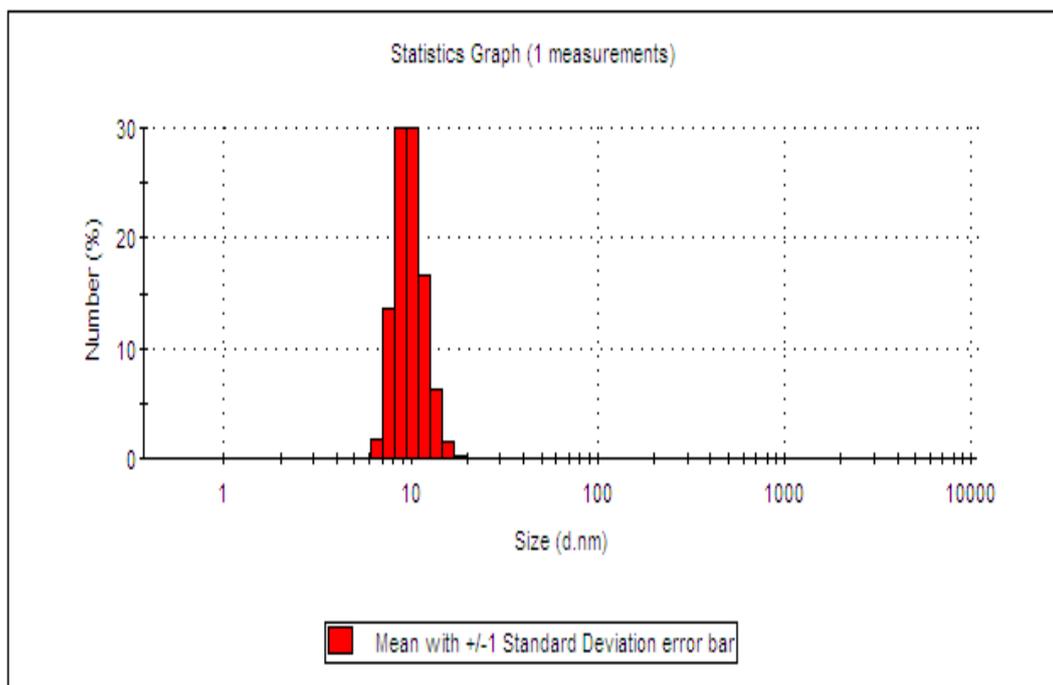
Было установлено, что дихлордиацетофенонилселенид может служить поставщиком элементарного селена для синтеза наночастиц.

В реакционную ёмкость помещали дихлордиацетофенонилселенид в количестве 58 мг/мл, и добавляли изопропиловый спирт, который служил

растворителем и создавал подходящую среду для реакции, далее в раствор вводился Кремофор А-25 в концентрации 114 мг/мл, который служил для стабилизации образующихся наночастиц. Полученный раствор нагревали до 50°C, довели общую концентрацию аммиака до 1% и перемешивали на протяжении 12 часов. Ход реакции отслеживали по исчезновению исходного вещества по показателям тонкослойной хроматографии.

Таблица 1 – анализ результатов исследования образцов методом динамического рассеяния света

Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,82	0,0		1108	0,0	
0,4832	0,0		6,503	1,8		91,28	0,0		1281	0,0	
0,5365	0,0		7,531	13,7		105,7	0,0		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	30,0		122,4	0,0		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	30,0		141,8	0,0		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	16,7		164,2	0,0		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	6,2		190,1	0,0		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	1,5		220,2	0,0		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	0,2		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	0,0		295,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	0,0		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	0,0		398,1	0,0		5580	0,0	
2,328	0,0		32,67	0,0		458,7	0,0		6439	0,0	
2,696	0,0		37,84	0,0		531,2	0,0		7458	0,0	
3,122	0,0		43,82	0,0		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	0,0		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	0,0		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,08	0,0		955,4	0,0				



В результате анализа методом динамического рассеяния света были получены наночастиц селена размером 10 нм.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

Список источников

1. Darago Adam, Rzetecki Tomasz, Dziki Adam, Sapota Andrzej. Biological levels of cadmium, zinc, copper, and selenium in patients with colon cancer. // *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005. Vol. 38. N-4, P. 371-376.
2. Chun Jae Yeon, Nadiminty Nagalakshmi, Lee Soo Ok, Onate Sergio A., Lou Wei, Gao Allen C. Mechanisms of selenium down-regulation of androgen receptor signaling in prostate cancer. // *Molecular Cancer Therapeutics*, 2006.- Vol. 5. N-4, P. 913-918.
3. Schrauzer G. N. Interactive effects of selenium and chromium on mammary tumor development and growth in MMTV-infected female mice and their relevance to human cancer. // *Biological Trace Element Research*, 2006.- Vol. 109. N-3, P. 281-292.
4. Appl. WO 2005120479, Herget Thomas; Klebl Bert. // Use of selenium or a selenium salt and a retinoid acid or a retinoid in the treatment of viral hepatitis C. // CA N 64327. Vol. 144.
5. Ye Hongping; Zhu Zuolin; Sun Meng. Compound medicine for treating diabetes mellitus. // *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1686547 A 26Okt 2005*, 19P. CA Vol. 145; N 110338.
6. Kwun In-Sook; Park Kyoung-Hee; Jang Hyun-Sook; Beattie John H.; Kwon Chong-Suk. Lower antioxidant vitamins (A, C and E) and trace minerals (Zn, Cu, Mn, Fe and Se) status in patients with cerebrovascular disease. // *Nutritional Neuroscience*, 2005.- Vol. 8.-N 4, P. 251-257//
7. Doraiswamy P. Murali; Xiong Glen L. Pharmacological strategies for the prevention of Alzheimer's disease. // *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 2006.- Vol. 7.-N 1, P.1-10.

© Древко Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древко Б.И., 2025

Научная статья
УДК 620.3

Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии аскорбиновой кислоты

Ярослав Борисович Древо, Анастасия Сергеевна Козлова, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Борис Иванович Древо

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и проводится стабилизация получаемых частиц Кремофор А-25.

Ключевые слова: наночастицы, селен, кремофор А-25.

SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES STABILIZED WITH CREMOPHORE A-25 IN THE PRESENCE OF ASCORBIC ACID

Yaroslav B. Drevko, Anastasia S. Kozlova, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and the stabilization of the resulting particles with cremophore A-25 is carried out.

Keywords: nanoparticles, selenium, cremophore A-25.

Одним из незаменимых микроэлементов является селен, однако в своей неорганической форме (селенита и селената натрия) он плохо усваивается организмом и обладает высокой токсичностью, одним из выходов является использование органических форм селена, однако за последнее время наиболее интересным считается введение в живой организм наночастиц селена, которые обладают как высокой биодоступностью, так относительно низкой токсичностью. Селен может быть использован для лечения широкого спектра заболеваний как у человека, так и у животных [1-6].

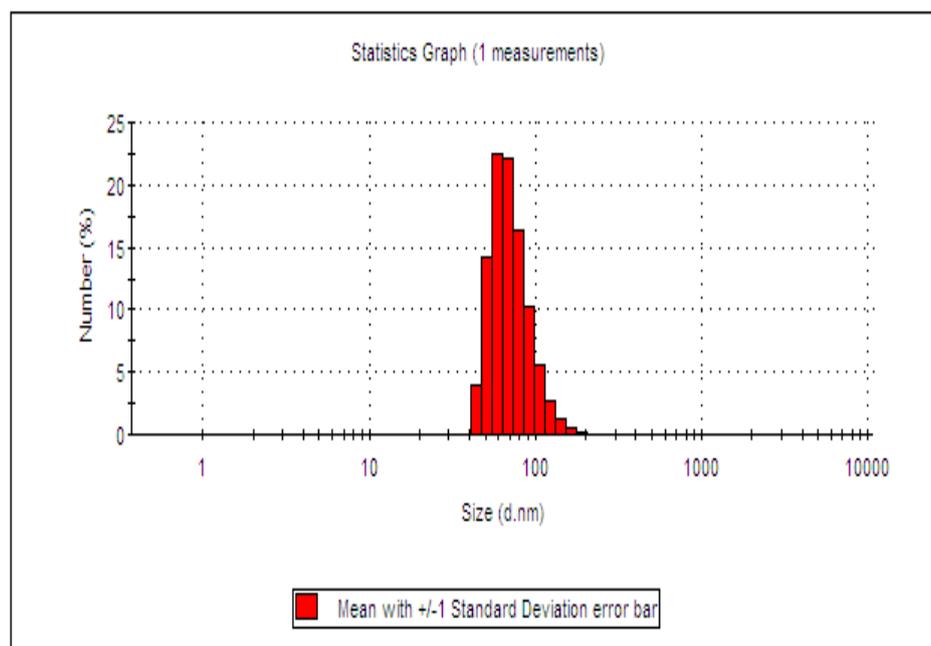
Было установлено, что дихлордиацетофенонилселенид может служить поставщиком элементарного селена для синтеза наночастиц.

В реакционную ёмкость помещали дихлордиацетофенонилселенид в количестве 58 мг/мл, и добавляли изопропиловый спирт, который служил

растворителем и создавал подходящую среду для реакции, далее в раствор вводился Кремофор А-25 в концентрации 114 мг/мл, который служил для стабилизации образующихся наночастиц. Полученный раствор нагревали до 50°C, добавляли эквивалентное количество аскорбиновой кислоты дихлордиацетофенонилселениду и перемешивали на протяжении 12 часов. Ход реакции отслеживали по исчезновению исходного вещества по показателям тонкослойной хроматографии.

Таблица 1 – анализ результатов исследования образцов методом динамического рассеяния света

Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,82	16,5		1106	0,0	
0,4632	0,0		6,503	0,0		91,28	10,2		1281	0,0	
0,5365	0,0		7,531	0,0		105,7	5,8		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	0,0		122,4	2,8		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	0,0		141,8	1,3		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	0,0		164,2	0,8		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	0,0		190,1	0,2		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	0,0		220,2	0,1		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	0,0		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	0,0		295,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	0,0		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	0,0		396,1	0,0		5560	0,0	
2,328	0,0		32,67	0,0		458,7	0,0		6439	0,0	
2,696	0,0		37,84	0,0		531,2	0,0		7456	0,0	
3,122	0,0		43,82	3,9		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	14,2		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	22,5		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,08	22,2		955,4	0,0				



В результате анализа методом динамического рассеяния света были получены наночастиц селена размером 72 нм.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Darago Adam, Rzetecki Tomasz, Dziki Adam, Sapota Andrzej. Biological levels of cadmium, zinc, copper, and selenium in patients with colon cancer. // *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005. Vol. 38. N-4, P. 371-376.
2. Chun Jae Yeon, Nadiminty Nagalakshmi, Lee Soo Ok, Onate Sergio A., Lou Wei, Gao Allen C. Mechanisms of selenium down-regulation of androgen receptor signaling in prostate cancer. // *Molecular Cancer Therapeutics*, 2006.- Vol. 5. N-4, P. 913-918.
3. Schrauzer G. N. Interactive effects of selenium and chromium on mammary tumor development and growth in MMTV-infected female mice and their relevance to human cancer. // *Biological Trace Element Research*, 2006.- Vol. 109. N-3, P. 281-292.
4. Appl. WO 2005120479, Herget Thomas; Klebl Bert. // Use of selenium or a selenium salt and a retinoid acid or a retinoid in the treatment of viral hepatitis C. // CA N 64327. Vol. 144.
5. Ye Hongping; Zhu Zuolin; Sun Meng. Compound medicine for treating diabetes mellitus. // *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu* CN 1686547 A 26Okt 2005, 19P. CA Vol. 145; N 110338.
6. Kwun In-Sook; Park Kyoung-Hee; Jang Hyun-Sook; Beattie John H.; Kwon Chong-Suk. Lower antioxidant vitamins (A, C and E) and trace minerals (Zn, Cu, Mn, Fe and Se) status in patients with cerebrovascular disease. // *Nutritional Neuroscience*, 2005.- Vol. 8.-N 4, P. 251-257/
7. Doraiswamy P. Murali; Xiong Glen L. Pharmacological strategies for the prevention of Alzheimer's disease. // *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 2006.- Vol. 7.-N 1, P.1-10.

© Древки Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Б.И., 2025

Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии сульфата аммония

Ярослав Борисович Древки, Анастасия Сергеевна Козлова, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Борис Иванович Древки

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

***Аннотация:** В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и проводится стабилизация получаемых частиц Кремофор А-25.*

***Ключевые слова:** наночастицы, селен, кремофор А-25.*

SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES STABILIZED WITH CREMOPHORE A-25 IN THE PRESENCE OF AMMONIUM SULFATE

Yaroslav B. Drevko, Anastasia S. Kozlova, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

***Abstract:** The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and the stabilization of the resulting particles with cremophore A-25 is carried out.*

***Keywords:** nanoparticles, selenium, cremophore A-25.*

Селен может быть использован для лечения широкого спектра заболеваний как у человека, так и у животных [1-6]. Наиболее распространенной к применению формой селена является его неорганическая форма (селенита и селената натрия), однако, он плохо усваивается организмом и обладает высокой токсичностью, одним из выходов является использование органических форм селена, сейчас же наиболее интересным считается введение в живой организм наночастиц селена, которые обладают как высокой биодоступностью, так относительно низкой токсичностью.

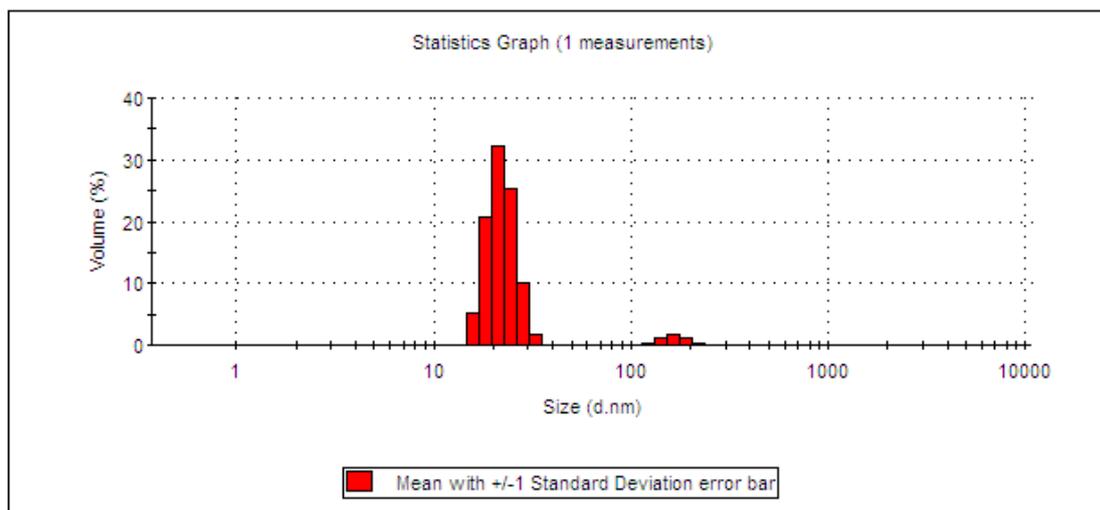
Было установлено, что дихлордиацетофенонилселенид может служить поставщиком элементарного селена для синтеза наночастиц.

В реакционную ёмкость помещали дихлордиацетофенонилселенид в количестве 58 мг/мл, и добавляли изопропиловый спирт, который служил

растворителем и создавал подходящую среду для реакции, далее в раствор вводился Кремофор А-25 в концентрации 114 мг/мл, который служил для стабилизации образующихся наночастиц. Полученный раствор нагревали до 50°C, добавляли эквивалентное количество сульфата аммония дихлордиацетофенонилселениду и перемешивали на протяжении 12 часов. Ход реакции отслеживали по исчезновению исходного вещества по показателям тонкослойной хроматографии.

Таблица 1 – анализ результатов исследования образцов методом динамического рассеяния света. Диаграмма разделения частиц по числу

Size d.nm	Mean Volume %	Std Dev Volume %	Size d.nm	Mean Volume %	Std Dev Volume %	Size d.nm	Mean Volume %	Std Dev Volume %	Size d.nm	Mean Volume %	Std Dev Volume %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,82	0,0		1106	0,0	
0,4632	0,0		6,503	0,0		91,28	0,0		1281	0,0	
0,5365	0,0		7,531	0,0		105,7	0,0		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	0,0		122,4	0,3		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	0,0		141,8	1,2		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	0,0		164,2	1,7		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	0,0		190,1	1,3		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	5,3		220,2	0,4		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	20,8		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	32,2		296,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	25,3		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	10,1		396,1	0,0		5580	0,0	
2,328	0,0		32,67	1,8		458,7	0,0		6439	0,0	
2,696	0,0		37,84	0,0		531,2	0,0		7456	0,0	
3,122	0,0		43,82	0,0		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	0,0		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	0,0		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,06	0,0		955,4	0,0				



В результате анализа методом динамического рассеяния света были получены наночастиц селена размером 21 нм.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Darago Adam, Rzetecki Tomasz, Dziki Adam, Sapota Andrzej. Biological levels of cadmium, zinc, copper, and selenium in patients with colon cancer. // *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005. Vol. 38. N-4, P. 371-376.

2. Chun Jae Yeon, Nadiminty Nagalakshmi, Lee Soo Ok, Onate Sergio A., Lou Wei, Gao Allen C. Mechanisms of selenium down-regulation of androgen receptor signaling in prostate cancer. // *Molecular Cancer Therapeutics*, 2006.- Vol. 5. N-4, P. 913-918.

3. Schrauzer G. N. Interactive effects of selenium and chromium on mammary tumor development and growth in MMTV-infected female mice and their relevance to human cancer. // *Biological Trace Element Research*, 2006.- Vol. 109. N-3, P. 281-292.

4. Appl. WO 2005120479, Herget Thomas; Klebl Bert. // Use of selenium or a selenium salt and a retinoid acid or a retinoid in the treatment of viral hepatitis C. // CA N 64327. Vol. 144.

5. Ye Hongping; Zhu Zuolin; Sun Meng. Compound medicine for treating diabetes mellitus. // *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu* CN 1686547 A 26Okt 2005, 19P. CA Vol. 145; N 110338.

6. Kwun In-Sook; Park Kyoung-Hee; Jang Hyun-Sook; Beattie John H.; Kwon Chong-Suk. Lower antioxidant vitamins (A, C and E) and trace minerals (Zn, Cu, Mn, Fe and Se) status in patients with cerebrovascular disease. // *Nutritional Neuroscience*, 2005.- Vol. 8.-N 4, P. 251-257/

Doraiswamy P. Murali; Xiong Glen L. Pharmacological strategies for the prevention of Alzheimer's disease. // *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 2006.- Vol. 7.-N 1, P.1-10.

© Древки Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Б.И., 2025

Научная статья
УДК 620.3

Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии метионина

Ярослав Борисович Древко, Анастасия Сергеевна Козлова, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Борис Иванович Древко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и проводится стабилизация получаемых частиц Кремофор А-25.

Ключевые слова: наночастицы, селен, кремофор А-25.

SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES STABILIZED WITH CREMOPHORE A-25 IN THE PRESENCE OF METHIONINE

Yaroslav B. Drevko, Anastasia S. Kozlova, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and the stabilization of the resulting particles with cremophore A-25 is carried out.

Keywords: nanoparticles, selenium, cremophore A-25.

Селен может быть использован для лечения широкого спектра заболеваний как у человека, так и у животных [1-6]. Наиболее распространенной к применению формой селена является его неорганическая форма (селенита и селената натрия), однако, он плохо усваивается организмом и обладает высокой токсичность, одним из выходов является использование органических форм селена, сейчас же наиболее интересным считается введение в живой организм наночастиц селена, которые обладают как высокой биодоступностью, так относительно низкой токсичностью.

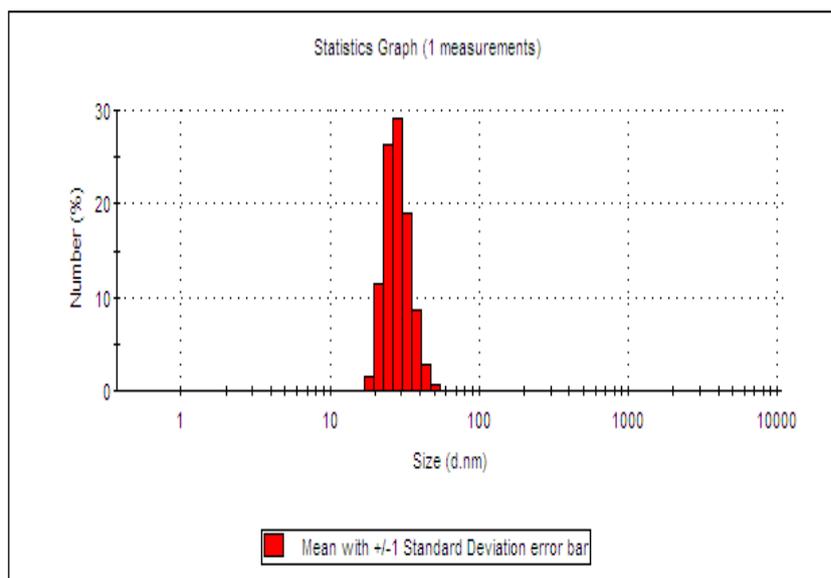
Было установлено, что дихлордиацетофенонилселенид может служить поставщиком элементарного селена для синтеза наночастиц.

В реакционную ёмкость помещали дихлордиацетофенонилселенид в количестве 58 мг/мл, и добавляли изопропиловый спирт, который служил

растворителем и создавал подходящую среду для реакции, далее в раствор вводился Кремофор А-25 в концентрации 114 мг/мл, который служил для стабилизации образующихся наночастиц. Полученный раствор нагревали до 50°C, добавляли метионин в количестве 114 мг/мл и перемешивали на протяжении 12 часов. Ход реакции отслеживали по исчезновению исходного вещества по показателям тонкослойной хроматографии.

Таблица 1 – анализ результатов исследования образцов методом динамического рассеяния света. Диаграмма разделения частиц по числу

Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,82	0,0		1106	0,0	
0,4632	0,0		6,503	0,0		91,28	0,1		1261	0,0	
0,5366	0,0		7,531	0,0		105,7	0,1		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	0,0		122,4	0,1		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	0,0		141,8	0,1		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	0,0		164,2	0,0		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	0,0		190,1	0,0		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	0,0		220,2	0,0		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	1,5		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	11,4		295,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	26,4		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	29,1		396,1	0,0		5560	0,0	
2,328	0,0		32,67	18,9		457,7	0,0		6439	0,0	
2,698	0,0		37,84	8,6		531,2	0,0		7456	0,0	
3,122	0,0		43,82	2,9		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	0,6		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	0,1		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,06	0,0		955,4	0,0				



В результате анализа методом динамического рассеяния света были получены наночастиц селена размером 28 нм.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Darago Adam, Rzetecki Tomasz, Dziki Adam, Sapota Andrzej. Biological levels of cadmium, zinc, copper, and selenium in patients with colon cancer. // *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005. Vol. 38. N-4, P. 371-376.

2. Chun Jae Yeon, Nadiminty Nagalakshmi, Lee Soo Ok, Onate Sergio A., Lou Wei, Gao Allen C. Mechanisms of selenium down-regulation of androgen receptor signaling in prostate cancer. // *Molecular Cancer Therapeutics*, 2006.- Vol. 5. N-4, P. 913-918.

3. Schrauzer G. N. Interactive effects of selenium and chromium on mammary tumor development and growth in MMTV-infected female mice and their relevance to human cancer. // *Biological Trace Element Research*, 2006.- Vol. 109. N-3, P. 281-292.

4. Appl. WO 2005120479, Herget Thomas; Klebl Bert. // Use of selenium or a selenium salt and a retinoid acid or a retinoid in the treatment of viral hepatitis C. // CA N 64327. Vol. 144.

5. Ye Hongping; Zhu Zuolin; Sun Meng. Compound medicine for treating diabetes mellitus. // *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu* CN 1686547 A 26Okt 2005, 19P. CA Vol. 145; N 110338.

6. Kwun In-Sook; Park Kyoung-Hee; Jang Hyun-Sook; Beattie John H.; Kwon Chong-Suk. Lower antioxidant vitamins (A, C and E) and trace minerals (Zn, Cu, Mn, Fe and Se) status in patients with cerebrovascular disease. // *Nutritional Neuroscience*, 2005.- Vol. 8.-N 4, P. 251-257/

Doraiswamy P. Murali; Xiong Glen L. Pharmacological strategies for the prevention of Alzheimer's disease. // *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 2006.- Vol. 7.-N 1, P.1-10.

© Древки Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Б.И., 2025

Научная статья
УДК 60

Валидация аналитической методики количественного определения «Эпоэтина Альфа» методом ИФА

Николай Валерьевич Дудицкий, Людмила Алексеевна Чурмасова
ПушГЕНИ – филиал РОСБИОТЕХ, Пушкино

Аннотация. В статье представлены параметры валидации аналитической методики количественного определения «Эпоэтина Альфа» методом ИФА. Поставлены цели каждого параметра валидации, а также выявлены их критерии приемлемости.

Ключевые слова: «Эпоэтин альфа», валидация, коэффициент корреляции, интерсепт

Validation of the analytical methodology for the quantitative determination of Epoetin Alpha by ELISA

Nikolai V. Duditsky, Churmasova L. Alekseevna
Pushchenyi – branch of ROSBIOTECH, Pushchino

Abstract. The article presents the validation parameters of the analytical methodology for the quantitative determination of "Epoetin Alpha" by the ELISA method. The objectives of each validation parameter are set, as well as their acceptance criteria are identified.

Keywords: Epoetin alfa, validation, correlation coefficient, intercept

Валидация аналитической методики — это экспериментальное доказательство того, что методика пригодна для решения предполагаемых задач.

В рамках валидации оцениваются ключевые характеристики методики, а именно: специфичность; селективность; линейность и аналитический диапазон; правильность; прецизионность; робастность.

Специфичность - это способность однозначно оценивать определяемое вещество в присутствии сопутствующих компонентов.

Цель: Оценить способность методики однозначно оценивать анализируемое вещество в присутствии других веществ в исследуемой среде при установленных условиях измерения.

Критерий приемлемости:

- условия пригодности системы должны соблюдаться;
- разность абсолютных значений оптической плотности раствора плацебо, рассчитанная не менее чем по 6 последовательным измерениям и стандартного раствора с минимальной концентрацией (6,75 нг) должна значимо отличаться от

нуля по критерию Стьюдента для доверительной вероятности $p=0,05$. В соответствии с требованиями ГФ РФ ОФС.1.1.0013;

- разность абсолютных значений оптической плотности раствора плацебо, рассчитанная не менее чем по 6 последовательным измерениям и воды должна значимо отличаться от нуля по критерию Стьюдента для доверительной вероятности $p=0,05$. В соответствии с требованиями ГФ РФ ОФС.1.1.0013.

Селективность - это способность определять или обнаруживать искомый компонент (молекулы, ионы, функциональные группы и т. д.) в присутствии других сопутствующих компонентов.

Цель: Оценить способность метода обнаруживать и дифференцировать Эпоэтин Альфа в присутствии неспецифических компонентов матрицы.

Критерий приемлемости:

- условия пригодности системы должны выполняться;
- коэффициент корреляции калибровочного графика зависимости отклика аналитического сигнала от концентрации белков СНО должен быть менее 0,95;
- значение инфлексии в калибровочном графике должно незначимо отличаться от нуля;

- дисперсия оптических плотностей, обусловленная регрессионной связью, должна быть статистически незначима относительно остаточной дисперсии регрессии по критерию Фишера для доверительной вероятности $p=0,01$.

Линейность и аналитический диапазон.

Линейность - это прямо пропорциональная зависимость аналитического сигнала от концентрации (количества) определяемого вещества в образце в пределах диапазона применения (аналитической области) методики.

Аналитический диапазон - это интервал между наибольшей и наименьшей концентрациями (количеством) определяемого вещества в образце, для которого показано, что аналитическая методика имеет приемлемый уровень прецизионности, правильности и линейности.

Цель: Определить функцию наилучшим образом аппроксимирующую зависимость отклика аналитического сигнала от концентрации испытуемого вещества. Определить аналитический диапазон, в пределах которого возможно получение достоверных значений концентрации испытуемого вещества

Критерий приемлемости:

- условия пригодности системы должны выполняться;
- коэффициент корреляции линеаризованного калибровочного графика зависимости отклика аналитического сигнала от концентрации дЭПО должен быть более 0,95;

- значение инфлексии линеаризованного калибровочного графика должно значимо отличаться от нуля $p=0,95$;

- значение интерсепта линеаризованного калибровочного графика должно незначимо отличаться от нуля $p=0,95$;

- дисперсия оптических плотностей, обусловленная регрессионной связью, должна быть статистически значима относительно остаточной дисперсии регрессии по критерию Фишера для доверительной вероятности $p=0,99$.

Правильность - это близость полученного значения к истинному (опорному), которая выражается величиной открываемости и характеризует систематическую ошибку.

Цель: оценить степень близости результатов для серии измерений, выполненных по данной методике на различных пробах одного и того же образца несколько раз в разных условиях.

Критерий приемлемости:

- условия пригодности системы должны выполняться;
- тангенс угла наклона кривых зависимости практически полученной концентрации от теоретической должен статистически-незначимо отличаться от 1 для доверительной вероятности $p=0,05$;
- интерсепт калибровочного графика теоретической концентрации и практической должен статистически-незначимо отличаться от 0 для доверительной вероятности $p=0,05$.

Прецизионность - это близость результатов между сериями измерений, проведённых на нескольких пробах, взятых из одной и той же однородной серии, в предписанных методикой условиях.

Цель: оценить степень близости результатов для серии измерений, выполненных по данной методике на различных пробах одного и того же образца несколько раз в разных условиях:

Критерий приемлемости:

- условия пригодности системы должны выполняться;
- доказательство нулевой гипотезы для значения непараллельности калибровочных графиков должно выполняться по критерию Фишера для доверительной вероятности $p=0,05$.

Робастность - это способность методики быть устойчивой к влиянию небольших задаваемых изменений в условиях проведения испытания, которая указывает на её надёжность при обычном (стандартном) использовании.

Цель: Оценить воспроизводимость результатов испытаний при анализе одной и той же серий Эпоэтина Альфа при изменении времени инкубирования образцов и кинетическом определении конечной точки.

Критерий приемлемости:

- робастность выполняется если не наблюдается негативная тенденция, оцененная по тренду результата количественного определения для доверительной вероятности $p=0,05$.

Список источников

- 1 Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания
 - 2 European Pharmacopoeia
 - 3 "Эритропоэтин в диагностике, профилактике и лечении анемий". А. Г. Румянцев, Е. Ф. Морщакова, А. Д. Павлов. 2003
 - 4 Регистр лекарственных средств России.
- © Дудицкий Н.В., Чурмасова Л.А., 2025 г.

Мягкая лекарственная форма на основе альгината натрия, метилурацила, аллантиина и сока алоэ как перспективное ранозаживляющее средство

Марина Сергеевна Жигачева, Ярослав Борисович Древо

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация: В работе описано получение геля на основе альгината натрия, с введенными в полимерную матрицу метилурацилом, аллантиином и соком алоэ. После чего было проведено лечение термических ожогов у крыс. В итоге, исследуемый гель показал хорошее ранозаживляющее действие и зарекомендовал себя, как новый возможный препарат в ветеринарной практике.

Ключевые слова: альгинатный гель, ранозаживляющее действие, ожог.

Soft dosage form based on sodium alginate, methyluracil, allantoin and aloe juice as a promising wound healing agent

Marina S. Zhigacheva, Yaroslav B. Drevko

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: The work describes the preparation of a gel based on sodium alginate, with methyluracil, allantoin and aloe juice introduced into the polymer matrix. After this, thermal burns in rats were treated. As a result, the studied gel showed a good wound-healing effect and established itself as a new possible drug in veterinary practice.

Keywords: alginate gel, wound healing effect, burn.

Введение. В настоящий момент заметна тенденция замены препаратов иностранного производства на отечественные. В связи с этим происходит увеличение разработок будущих эффективных ветеринарных лекарственных композиций. На 2015 год на рынке было зарегистрировано не более 35-37% российских препаратов. Однако далее происходит увеличение данного показателя, и уже на 2018 год емкость рынка ветеринарных лекарственных средств составила около 39 млрд руб. в то время как на 2016 г. приходилось 36,5 млрд руб [1]. По результатам анализа на начало 2019 года доля отечественных производителей уже составляет 55,8%. и насчитывают более 1179 ветеринарных препаратов различной направленности действия [2]. Но стоит отметить, гели, в частности на основе природных полисахаридов и растительного сырья, несмотря на ряд полезных свойств, в этом количестве занимают всего лишь малую часть,

не более 3%. Исходя из этого, на данный момент создание таких препаратов является перспективным и новым направлением.

Методика. Однородность распределения частиц активных веществ, представленные метилурацилом и аллантоином оценивали с помощью микроскопа, снабженный камерой. На предметное стекло помещали пробу геля, избегая попадание механических загрязнений, и просматривали, используя объективы 10х и 20х.

Ранозаживляющую активность исследуемого геля изучали на половозрелых белых крысах, массой 250-300 г, разделенных на 2 группы. Для этого нагретым металлическим стержнем диаметром 10 мм делали искусственный ожог уже на выбритый участок кожи крыс в области грудной клетки с левой стороны, предварительно введя животных в ингаляционный наркоз с помощью эфира изофлурана. После чего проводили лечение: рану группы I обрабатывали исследуемым гелем, а группу II – мазью «Пантенол». Наблюдение осуществлялось ежедневно до полного заживления, и заключалось в измерении пораженного участка, с последующей местной обработкой каждой группы своим препаратом раз в сутки.

Результаты. В ходе работы было получено более 50 разных рецептов, отличающихся соотношением компонентов. Впоследствии, была выбрана одна, состава: сок *Aloe arborescens* – 1,0%, альгинат натрия – 0,9%, 5% хлорид кальция – 1,3%, бензиловый спирт – 0,9%, Твин-80 – 2,1%, аллантоин – 3,4%, метилурацил – 3,4%, ДМСО – 17,3% и вода – 69,7%. Готовый гель обладал плотной структурой, удерживающий форму во времени (рис.1а). В результате наблюдения пробы геля под микроскопом было доказано равномерное распределение твердых активных частиц во всем объеме гелевой матрицы (рис.1б).



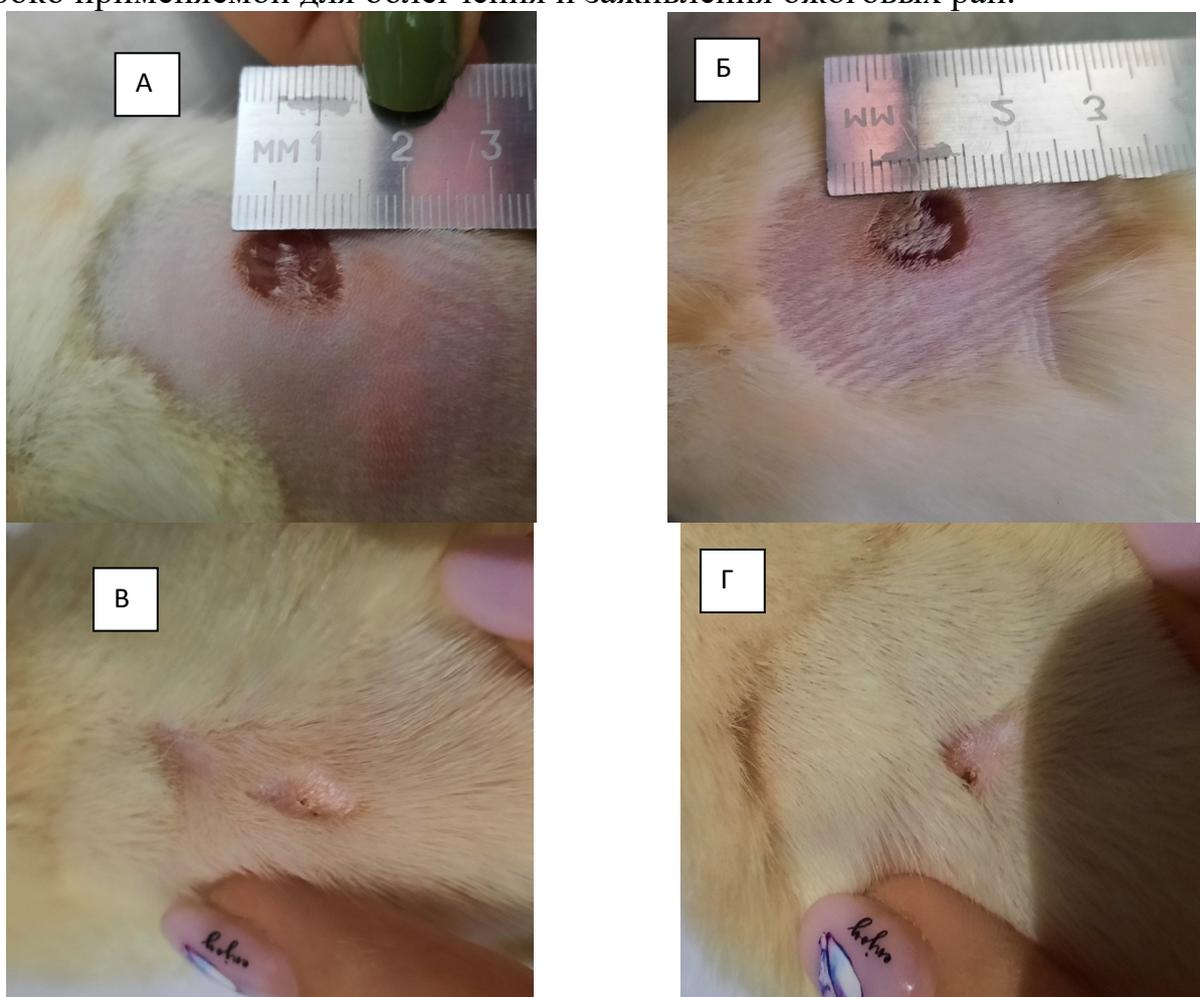
Рисунок 1. а) Фото полученного геля; б) Распределения частиц активных веществ в матрице геля (объектив - 10х).

На следующие сутки после получения ожога у животных была отмечена сильная гиперемия. В последующие несколько дней происходило образование темно-красной грануляционной ткани с характерной зернистой структурой (рис.2 а, б). Однако, стоит отметить, что рана у I группы крыс изначально имела большую площадь и степень поражения. На 5-й день у I группы наблюдалось образование струпа, в то время как у II группы это происходит на день-два позже.

На 16-й день у группы II корка слезла, а у группы I это произошло на 18-й день с сохранением раневой поверхности, но меньшего размера. Полное заживление ожога было отмечено на 23-е сутки у группы I (рис.2 в, г), и на 25-е сутки у группы II, что говорит о сокращении срока заживления ран при использовании геля на основе альгината натрия.

Заключение. Полученный нами гель на основе альгината натрия характеризуется равномерностью распределения частиц активных веществ метилурацила и аллантаина, что подтверждено визуально с помощью микроскопа. На основе этого можно сделать вывод о том, что гель в полном своем объеме содержит активные вещества, оказывающие необходимые терапевтический эффект.

При изучении ранозаживляющей активности было показано более эффективное действие альгинатного геля по сравнению с мазью «Пантенол» широко применяемой для облегчения и заживления ожоговых ран.



**Рисунок 2. А,Б - Рана на 2-е сутки: А – I группа, Б – II группа;
В, Г - Рана на 23-сутки: В – I группа, Г – II группа**

Список источников

1. Лахтюхов С.В. Состояние российского рынка ветеринарных препаратов / С.В. Лахтюхов // VetPharma. 2015. №1. С. 18–20.

2. Дельцов А.А., Косова И.В. Ретроспективный анализ отечественного рынка ветеринарных препаратов // Фармация. 2019. Т. 69. №8. С. 40-43.

© Жигачева М.С., Древко Я. Б., 2025

Кобылье молоко: уникальные свойства и биологическая ценность

Елена Анатольевна Зыкина

Пензенский государственный аграрный университет
г. Пенза

Аннотация. В статье рассматривается состав и свойства кобыльего молока, его отличия от коровьего и женского молока. Описаны гипохолестеринемические свойства молока, его роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, а также перспективы использования в диетическом и лечебном питании.

Ключевые слова: кобылье молоко, биологическая ценность, альбумин, казеин, жирные кислоты, витамины, кумыс, женское молоко, коровье молоко, гипохолестеринемическое действие.

Mare's milk: unique properties and biological value

Elena A. Zykina

Penza State Agrarian University, Penza

Annotation. The article discusses the composition and properties of mare's milk, its differences from cow's and women's milk. The hypocholesterolemic properties of milk, its role in the prevention of cardiovascular diseases, as well as the prospects for use in dietary and therapeutic nutrition are described.

Keywords: mare's milk, biological value, albumin, casein, fatty acids, vitamins, koumiss, human milk, cow's milk, hypocholesterolemic effect.

Кобылье молоко является уникальным продуктом, отличающимся от молока других сельскохозяйственных животных по составу и свойствам. Оно представляет собой жидкость, состоящую из воды, белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, ферментов, витаминов, гормонов, иммунных тел, пигментов и газов. Его высокая биологическая ценность обусловлена легкоусвояемыми белками и жирами, а также специфическим составом основных компонентов [1].

Целью данной статьи было изучить состав и свойства кобыльего молока, сравнить его с коровьим и женским молоком, а также рассмотреть его биологическую ценность и потенциальное применение в диетическом и лечебном питании.

В кобыльем молоке содержится около 2% белков, что в 1,5 раза меньше, чем в коровьем (3,0–3,3%). Основными белковыми компонентами являются альбумин, мелкодисперсный казеин и глобулин. В отличие от коровьего молока,

где соотношение казеина и альбумина составляет 85% к 15%, в кобыльем молоке эти компоненты содержатся в равных пропорциях, что делает его альбуминовым. При сквашивании казеин кобыльего молока образует мелкие нежные хлопья, почти не изменяющие консистенцию продукта, в то время как в коровьем молоке формируется плотный сгусток. В желудке под действием желудочного сока и ферментов (например, пепсина) молоко свертывается, образуя сгусток. Казеин кобыльего молока, благодаря своей мелкодисперсной структуре, формирует мягкий и нежный сгусток, который легко расщепляется и быстро переваривается. Это обеспечивает высокую усвояемость питательных веществ. В то же время казеин коровьего молока образует плотный и грубый сгусток, который переваривается медленнее и может создавать дополнительную нагрузку на пищеварительную систему. Именно поэтому кобылье молоко считается более легким для усвоения, особенно для людей с чувствительным желудком или нарушениями пищеварения [1,2].

Жир кобыльего молока имеет низкую температуру плавления (21–23°C), что способствует его быстрому переходу в жидкое состояние в желудке и улучшает усвояемость. По сравнению с коровьим молоком, в кобыльем меньше низкомолекулярных жирных кислот, но больше насыщенных. Жир характеризуется высоким содержанием линолевой (ω -6) и α -линоленовой (ω -3) кислот, что придает ему гипохолестеринемические свойства. Гипохолестеринемические свойства — это способность продукта снижать уровень холестерина в крови. Это происходит благодаря высокому содержанию ненасыщенных жирных кислот, которые способствуют уменьшению концентрации «плохого» холестерина (липопротеинов низкой плотности, ЛПНП) и повышению уровня «хорошего» холестерина (липопротеинов высокой плотности, ЛПВП). Таким образом, кобылье молоко может быть полезным для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Средний диаметр жировых шариков кобыльего молока меньше, чем у коровьего, что также способствует лучшей усвояемости [3].

Кобылье молоко богато витаминами, особенно витамином С, содержание которого в 6–10 раз превышает показатели коровьего молока. Один литр кобыльего молока обеспечивает суточную потребность организма в большинстве витаминов. Также в нем содержится значительное количество витаминов группы В, А, Е и пантотеновой кислоты. По содержанию микроэлементов, таких как медь и кобальт, кобылье молоко превосходит коровье, а по содержанию железа не уступает ему [4].

Кобылье молоко имеет нейтральную кислотность (рН 7,0–7,2) и низкую титруемую кислотность (5–6°Т), что роднит его с женским молоком. **Нейтральная кислотность** означает, что молоко не оказывает раздражающего действия на слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта, что особенно важно для людей с повышенной чувствительностью или заболеваниями желудка. **Низкая титруемая кислотность** свидетельствует о небольшом количестве органических кислот в молоке, что делает его более мягким и легкоусвояемым. Близость по кислотности к женскому молоку также подчеркивает его

уникальность и возможность использования в качестве заменителя грудного молока для младенцев. Органолептически оно представляет собой жидкость белого цвета с голубоватым оттенком и сладковатым вкусом. При переработке в кумыс усвояемость белков еще более возрастает благодаря процессам пептонизации. Пептонизация — это процесс частичного расщепления белков под действием ферментов или микроорганизмов, в результате которого образуются более простые и легкоусвояемые соединения, такие как пептоны. Это делает кобылье молоко еще более полезным для пищеварения [3,4,5].

По составу кобылье молоко близко к женскому, отличаясь в основном пониженным содержанием жира (1,7% против 3,5% в женском молоке). Оно также лишено мочевины и аммиака, которые присутствуют в коровьем молоке. Эти особенности делают кобылье молоко ценным продуктом для диетического и лечебного питания [5,6].

Интересно отметить, что жеребята, питающиеся кобыльим молоком, растут значительно интенсивнее, чем телята, вскармливаемые коровьим молоком. Например, жеребенок уже к шести месяцам жизни может достигать 70–80% роста взрослой лошади, в то время как теленок за тот же период достигает лишь 50–60% роста взрослой коровы. Это связано с высокой биологической ценностью и легкоусвояемостью кобыльего молока, которое обеспечивает быстрый рост и развитие молодняка [6].

В заключении можно сделать вывод, что кобылье молоко является уникальным продуктом с высокой биологической ценностью, легкоусвояемыми белками и жирами, богатым витаминно-минеральным составом. Его свойства, включая гипохолестеринемическое действие, делают его перспективным для использования в производстве диетических и лечебных продуктов, таких как кумыс.

Список источников

1. Айтимова, Д. Н. Исследование качества кобыльего молока как сырья для молочной промышленности / Д. Н. Айтимова, Т. Ч. Тултабаева, М. У. Жонысова // Вестник Алматинского технологического университета. – 2018. – № 4. – С. 35-38.
2. Исследование физико-химических свойств мороженого из кобыльего молока / А. У. Шингисов, М. К. Алимарданова, Р. Б. Мухтарханова, У. У. Тастемирова // Вестник Алматинского технологического университета. – 2019. – № 1. – С. 41-47.
3. Любимова, Ю. Г. Жирные кислоты кобыльего молока и их значение в питании человека (аналитический обзор) / Ю. Г. Любимова, В. А. Терещенко, Е. А. Иванов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 164. – С. 330-338.
4. Ашимова, П. Б. Пробиотические свойства кобыльего молока / П. Б. Ашимова // Polish Journal of Science. – 2023. – № 63(63). – С. 12-13.

5. Симоненко, Е. С. Исследование режимов термической обработки кобыльего молока и кобыльего молока с добавлением коровьего / Е. С. Симоненко, С. В. Симоненко, М. С. Копытко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 3-2(117). – С. 10-13.

6. Зиновьева, С. А. Современные способы переработки кобыльего молока и изготовления из него разнообразной продукции / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сборник трудов 3-й Научно-практической конференции, Москва: ООО "Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2024. – С. 375-376.

© Зыкина Е.А., 2025

Научная статья
УДК: 664.38

Ферментация шрота: технология, преимущества и перспективы применения

Елена Анатольевна Зыкина

Пензенский государственный аграрный университет
г. Пенза

Аннотация. В статье рассматривается процесс ферментации шрота — побочного продукта переработки масличных культур. Описаны технологии ферментации, преимущества обработки шрота микроорганизмами или ферментами, а также перспективы его применения в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и биотехнологиях. Ферментация повышает питательную ценность шрота, улучшает его усвояемость и расширяет возможности использования, делая его ценным продуктом для кормовых и пищевых целей.

Ключевые слова: ферментация шрота, микроорганизмы, питательная ценность, усвояемость, кормовые добавки, пищевая промышленность, биотехнологии, фитиновая кислота, ингибиторы протеаз, функциональные продукты.

Meal fermentation: technology, advantages and application prospects

Elena A. Zykina

Penza State Agrarian University, Penza

Annotation. The article discusses the fermentation process of meal, a by-product of processing oilseeds. Fermentation technologies, advantages of processing meal with microorganisms or enzymes, as well as prospects for its application in agriculture, the food industry and biotechnology are described. Fermentation increases the nutritional value of meal, improves its digestibility and expands its use possibilities, making it a valuable product for feed and food purposes.

Keywords: meal fermentation, microorganisms, nutritional value, digestibility, feed additives, food industry, biotechnology, phytic acid, protease inhibitors, functional products.

Шрот, являющийся побочным продуктом переработки масличных культур, таких как подсолнечник, соя и рапс, традиционно используется в качестве кормового сырья для сельскохозяйственных животных. Однако его питательная ценность ограничена наличием антипитательных веществ, таких как **фитиновая кислота и ингибиторы протеаз**, а также низкой усвояемостью.

Фитиновая кислота — это органическое соединение, содержащееся в растительных продуктах, которое связывает важные минералы, такие как кальций, железо, магний и цинк, делая их недоступными для усвоения

организмом. Это снижает питательную ценность шрота и может привести к дефициту минералов у животных.

Ингибиторы протеаз — это вещества, которые подавляют активность пищеварительных ферментов, отвечающих за расщепление белков. Они затрудняют переваривание белков, снижая их усвояемость и биологическую доступность [1,2].

Для решения этих проблем применяется ферментация — процесс биологической обработки с использованием микроорганизмов или ферментов. Ферментация позволяет не только повысить питательную ценность шрота, но и улучшить его усвояемость, что делает его более эффективным кормовым продуктом и расширяет возможности его применения в пищевой промышленности и биотехнологиях [1,2,3].

Ферментация шрота осуществляется в специальных ферментационных установках или емкостях, где поддерживаются оптимальные условия для роста микроорганизмов. Процесс начинается с подготовки сырья: шрот измельчается и увлажняется до уровня влажности 40–60%. Затем вносится закваска, содержащая микроорганизмы (например, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae* или *Saccharomyces cerevisiae*) или ферментные препараты, которые инициируют процесс ферментации. Сырье выдерживается при контролируемой температуре (25–40°C) и влажности в течение **24–72 часов**. После завершения ферментации шрот высушивается для остановки процесса и увеличения срока хранения [3,4].

После ферментации шрот используется в **сухом** или **гранулированном** виде. В сельском хозяйстве он применяется как высококачественный корм для животных, повышающий их продуктивность и здоровье. В пищевой промышленности ферментированный шрот может служить источником белка и функциональных ингредиентов для продуктов питания, включая растительные аналоги мяса и молочных продуктов. В биотехнологиях ферментированный шрот используется для получения биоактивных соединений, таких как ферменты и антиоксиданты, а также в производстве биопластиков и других биоразлагаемых материалов [3,4,5].

Ферментация шрота имеет ряд значительных преимуществ. Во-первых, она повышает питательную ценность продукта. В процессе ферментации увеличивается содержание легкоусвояемых белков и аминокислот, снижается уровень антипитательных веществ, таких как фитиновая кислота и ингибиторы протеаз, а также образуются витамины группы В и другие биологически активные соединения. Во-вторых, ферментация улучшает усвояемость шрота. Разрушение клеточных стенок делает питательные вещества более доступными для животных, что уменьшает нагрузку на их пищеварительную систему. В-третьих, ферментированный шрот находит применение не только в кормах, но и в пищевой промышленности, например, как источник белка для функциональных продуктов. Наконец, ферментация способствует экологической безопасности, снижая количество отходов и повышая эффективность использования сырья [4,5].

Перспективы применения ферментированного шрота весьма широки. В сельском хозяйстве он используется в качестве высококачественного корма для животных, повышающего их продуктивность и здоровье, а также для замены дорогостоящих кормовых добавок. В пищевой промышленности ферментированный шрот может служить источником белка и функциональных ингредиентов для продуктов питания, включая растительные аналоги мяса и молочных продуктов. В биотехнологиях ферментированный шрот применяется для получения биоактивных соединений, таких как ферменты и антиоксиданты, а также в производстве биопластиков и других биоразлагаемых материалов [5,6].

Таким образом, ферментация шрота является эффективным способом повышения его питательной ценности и расширения сферы применения. Благодаря использованию современных биотехнологий, ферментированный шрот становится ценным продуктом для сельского хозяйства, пищевой промышленности и биотехнологий. Дальнейшие исследования в этой области позволят оптимизировать процесс ферментации и открыть новые возможности для использования шрота.

Список источников

1. Никитина, А. Н. Преимущества ферментированного соевого шрота для производства полноценных комбикормов / А. Н. Никитина, И. А. Хмелевская // Актуальные проблемы современной науки: теория и практика: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Нефтекамск, 29 мая 2020 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. – Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2020. – С. 200-206.

2. Патент № 2817283 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/00, А23К 10/10, А23К 10/12. Способ производства ферментированных соевого или рапсового шротов кормового назначения: № 2023114833: заявл. 06.06.2023: опубл. 12.04.2024 / Е. Ю. Облогина, С. В. Копыльцов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью научно-исследовательский центр "Бонака".

3. Гаркуша, И. П. Анализ технологических решений по переработке соевого шрота методом ферментации / И. П. Гаркуша // Актуальные проблемы современной науки: теория и практика: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Нефтекамск, 29 мая 2020 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. – Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2020. – С. 166-170.

4. Хантургаев, А. Г. Исследование процесса ферментации кедрового шрота бифидобактериями / А. Г. Хантургаев, И. С. Хамагаева, В. Г. Ширеторова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 10. – С. 60-63.

5. Мальцева, О. Ю. Использование дрожжевых культур для ферментации нативного подсолнечного шрота / О. Ю. Мальцева, Л. И. Василенко // Материалы LIX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2020 год, Воронеж, 08–09 февраля 2021 года / под ред. О.С. Корнеевой; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. Том Часть 1. – Воронеж:

Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – С. 91.

6. Менберг, И. В. Оценка эффективности влияния ферментированного рапсового шрота на молочную продуктивность коров и обменные процессы / И. В. Менберг, И. А. Анискин, Н. П. Буряков // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 305-308.

© Зыкина Е.А., 2025

Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения уролитиаза у котов

Зульхиза Ямилевна Исхакова

Башкирский государственный аграрный университет
г. Уфа

Аннотация. Уролитиаз котов (мочекаменная болезнь. МКБ) является одним из наиболее распространённых и опасных заболеваний мочевыделительной системы домашних животных. Положительная динамика в I группе наблюдалась на 10 день лечения. Частота мочеиспускания снизилась до 4-7 раз в день, цвет мочи стал соломенно-жёлтым, гематурия отсутствует, аппетит хороший, состояние полностью восстановилось. Во II группе улучшения начались уже на 7 день лечения. Частота мочеиспускания сократилась до 4-6 раз в день, цвет мочи стал соломенно-жёлтым, гематурия отсутствует, аппетит хороший, состояние полностью восстановилось.

Ключевые слова: мелкие домашние животные, уролитиаз котов, мочекаменная болезнь котов

Therapeutic efficiency of complex methods of treatment of urolithiasis in cats

Zulhiza Ya. Iskhakova

Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract. Urolithiasis in cats (urolithiasis. ICD) is one of the most common and dangerous diseases of the urinary system of domestic animals. Positive dynamics in the 1st group was observed on the 10th day of treatment. The frequency of urination decreased to 4-7 times a day, the color of urine became straw-yellow, there is no hematuria, appetite is good, the condition has completely recovered. In the 2nd group, improvements began already on the 7th day of treatment. The frequency of urination decreased to 4-6 times a day, the color of urine became straw-yellow, there is no hematuria, appetite is good, the condition has completely recovered.

Keywords: small domestic animals, urolithiasis in cats, urolithiasis in cats

Актуальность. Уролитиаз у кошек, или мочекаменная болезнь (МКБ), — бич современных домашних питомцев, опасный недуг мочевыделительной системы. При этом конкременты формируются в почках, мочевом пузыре или уретре, вызывая значительные неудобства у пушистых любимцев и повергая в тревогу их хозяев. В условиях современных мегаполисов, несбалансированности рациона, малоподвижного образа жизни и низкого уровня потребления воды, МКБ становится все более актуальной проблемой [1-8].

Причиной мочекаменной болезни у котов могут быть как внутренние, так и внешние факторы. Одна из главных причин болезни — неправильное питание. Корма, изобилующие магнием, кальцием и фосфатами, превращают мочу в щелочную среду, благоприятную для образования струвитных камней. Особенно уязвимы те животные, чей рацион состоит из сухих промышленных кормов эконом-класса, несбалансированных необходимыми веществами. Недостаточное потребление воды также играет ключевую роль в развитии мочекаменной болезни. Коты, которые потребляют мало жидкости, выделяют более концентрированную мочу, что повышает риск кристаллизации солей и образования камней. Исследования подтверждают, что у кошек, потребляющих менее 50 мл воды в день, риск столкнуться с уролитиазом возрастает на 35% [1-8].

Не стоит забывать и о генетической предрасположенности к образованию уролитов. Персидские и британские короткошерстные кошки более склонны к развитию мочекаменной болезни. Анатомические особенности мочевыводящих путей и нарушения обмена веществ делают их уязвимыми к образованию камней. Вероятность образования уролитов у этих пород на 30% выше, чем у их сородичей. Помимо генетики и питания, важным фактором риска является ожирение. Животные, страдающие избыточным весом, чаще подвержены метаболическим нарушениям, которые, изменяют состав мочи и способствуют образованию камней [1-8].

Целью исследований явилось изучение терапевтической эффективности комплексных методов лечения мочекаменной болезни у котов.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в стенах ветеринарной клиники ООО Ветеринарный центр «Вега» в Санкт-Петербурге. Десять котов, страдающих от мочекаменной болезни, стали участниками эксперимента (таблица 1). Диагноз каждого из них был подтвержден, и, чтобы оценить эффективность различных подходов к лечению, животных разделили на две равные группы по пять особей в каждой.

Таблица 1 – Исследуемые животные

№п/п	Кличка кота	Возраст, лет	Порода	Масса, кг	Тип кормления
1	Барсик	3	Сибирская	4.0	Сухой корм
2	Муся	4	Европейская короткошерстная	4.5	Смешанное (сухой и влажный корм)
3	Том	5	Небельсунг	5.0	Влажный корм
4	Симба	6	Мейн-кун	6.0	Диетический корм
5	Мурзик	3	Домашняя длинношерстная	4.2	Сухой корм

6	Кузя	4	Европейская короткошерстная	4.1	Смешанное питание
7	Василис а	5	Норвежская лесная кошка	3.8	Влажный корм
8	Лео	7	Невская маскарадная	5.5	Диетический корм
9	Алиса	3	Мейн-кун	4.3	Сухой корм
10	Тиша	4	Британская короткошерстная	4.0	Влажный корм
Средние показатели		4,4	-	4,14	-

Исследуемые коты были разных возрастов, пород и весовых категорий. В среднем, их возраст составлял 4,4 года, от 3 до 7 лет – период, когда кошачий организм наиболее уязвим для мочекаменной болезни. Породный состав включал как чистопородных, таких как британская короткошёрстная и персидская, так и беспородных котов. Средняя масса животных достигала 4,14 кг, с колебаниями от 3,8 кг до 6,0 кг. Важно отметить, что все коты были домашними любимцами, содержались в домашних условиях, что исключало влияние уличных факторов, таких как инфекции или неконтролируемое питание.

Схема лечения пациентов подробно изложена в таблице 2. В рацион всех котов, вне зависимости от группы, были введены специализированные диетические корма – Urinary Pro Plan или s/d Hills – для нормализации кислотно-щелочного баланса мочи.

Таблица 2 – Препараты, применяемые для лечения цистита котов

Группа (n=5)	Применяемые препараты, дозы и продолжительность
I	Дротаверин по 0,5 мг/кг 2 раза в день, в течение 3 дней. Внутримышечно
	Викасол (витамин К) – 0,1 мл/кг, подкожно, 1 раз в день, 3 дня
	Амоксициллин (антибиотик широкого спектра) 20 мг/кг 1 раз в день, в течение 7 дней. Внутримышечно
	Канефрон® Н (фитопрепарат) 1 капля/кг 2 раза в день, в течение 14 дней. Перорально (внутри)
II	Дротаверин по 0,5 мг/кг 2 раза в день, в течение 3 дней. Внутримышечно
	Этамзилат – 0,1 мл/кг, подкожно, 1 раз в день, 3 дня
	Мексидол-вет (антиоксидант) 2 мг/кг 1 раз в день внутримышечно, в течение 5 дней. Внутримышечно

	Цефалексин – 20 мг/кг, перорально, 2 раза в день, в течение 7 дней. Подкожно
	Котэrvин – 2 мг/кг, перорально, 1 раз в день, 5 дней. Перорально (внутри)

Эти различия в схемах лечения позволили сравнить эффективность применения антибиотиков длительного действия, антиоксидантов и препарата растительного происхождения при комплексном лечении мочекаменной болезни у кошек [1-8].

Результаты исследований. Динамика клинических симптомов мочекаменной болезни у животных в обеих группах свидетельствует о положительном эффекте проводимого лечения. До начала терапии у животных наблюдались выраженные клинические признаки заболевания: учащенное мочеиспускание, изменение цвета мочи на тёмно-жёлтый, наличие гематурии, отсутствие аппетита и общее угнетённое состояние.

На 3-й день лечения у животных из I группы сохранялась гематурия и темный цвет мочи, отмечалась умеренная вялость, аппетит оставался пониженным. В группе II уже на этом этапе наблюдалось уменьшение частоты мочеиспускания, улучшение цвета мочи, частичное восстановление аппетита и общего состояния.

На 7-й день у животных обеих групп наблюдалась дальнейшая положительная динамика: в группе I отмечалось снижение частоты мочеиспускания, улучшение аппетита и общего состояния, гематурия сохранялась. У животных из группы II гематурия отсутствовала, цвет мочи нормализовался, аппетит и общее состояние полностью восстановились.

К 10-му дню лечения большинство показателей у животных из обеих групп соответствовали норме: исчезла гематурия, нормализовался цвет мочи, улучшились аппетит и общее состояние.

На 14-й день все исследуемые показатели у животных из обеих групп соответствовали физиологической норме, что свидетельствует о полном клиническом выздоровлении.

Вывод. Положительная динамика в I группе наблюдалась на 10 день лечения. Частота мочеиспускания снизилась до 4-7 раз в день, цвет мочи стал соломенно-жёлтым, гематурия отсутствует, аппетит хороший, состояние полностью восстановилось. Во II группе улучшения начались уже на 7 день лечения. Частота мочеиспускания сократилась до 4-6 раз в день, цвет мочи стал соломенно-жёлтым, гематурия отсутствует, аппетит хороший, состояние полностью восстановилось.

Список источников

1. Андреев К. М. Основы клинической диагностики: учебное пособие / К. М. Андреев. — Москва: КолосС, 2022. — 230 с.
2. Зарипова, Э. М. Гематологические показатели крови собак при пироплазмозе / Э. М. Зарипова, З. З. Ильясова // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2017. – № Т39. – С. 3796-3800.

3. Ильясова, З. З. Влияние прополиса, энтерозима, ОСЖ "Ферран" и их композиционных форм, на фоне иммунизации против сальмонеллеза, на бактерицидную активность сыворотки крови телят / З. З. Ильясова // Иммунобиологические, технологические, экономические факторы повышения производства продукции сельского хозяйства / МСХ РФ, Всероссийский НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, АН РБ, Башкирский ГАУ. – Москва-Уфа : Башкирский ГАУ-Всероссийский государственный научно-исследовательский институт контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, 2002. – С. 105-107.

4. Ильясова, З. З. Опыт экологического свиноводства в условиях Германии / З. З. Ильясова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии - в сельскохозяйственное производство : Материалы II Всероссийской НПК с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора ветеринарных наук, профессора Х. В. Аюпова (1914-1987 гг.), Уфа, 21–22 февраля 2014 года. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 298-301.

5. Ильясова, З. З. Терапевтическая эффективность комплексного лечения бронхопневмонии телят / З. З. Ильясова, А. А. Ахметзянова, Р. Р. Ильясова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 25-31.

6. Ильясова, З. З. Экологически безопасная коррекция нормофлоры кишечника / З. З. Ильясова // Безопасность жизнедеятельности: современные проблемы и пути их решения : Материалы II международной научно-практической конференции, Уфа, 29 апреля 2011 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, Республиканский учебно-научно методический центр Министерства образования Республики Башкортостан, ФГОУ ДПОС Башкирский институт переподготовки и повышения квалификации кадров АПК, Академия наук Республики Башкортостан. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2011. – С. 120-123.

7. Иммунный статус телят молочного периода роста при комбинированном применении пробиотиков и пребиотиков / А. В. Андреева, З. З. Ильясова, О. М. Алтынбеков, А. З. Хакимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 10-14.

8. Эффективность применения целлюлозосодержащих продуктов зернопереработки в кормлении гусей / Р. Т. Маннапова, И. М. Файзуллин, З. З. Ильясова, Р. Р. Шайхулов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 12. – С. 24-26.

© Исхакова З.Я., 2025

Технологические подходы производства мармелада с внесением концентрата хлореллы

Алексей Юрьевич Кириллов, Виктория Олеговна Шмыкова, Глеб Александрович Чупин, Вероника Владимировна Тарасова, Юлия Владимировна Николаева

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
г. Москва

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка технологических решений для получения мармелада на основе биологически активных веществ хлореллы с заданным сенсорным профилем. В условиях растущего интереса к функциональным продуктам питания, содержащим натуральные ингредиенты, исследуется возможность использования хлореллы как источника витаминов, минералов и антиоксидантов. Результаты исследования показывают, что использование хлореллы позволяет не только улучшить питательную ценность мармелада, но и сформировать уникальный сенсорный профиль, отвечающий современным требованиям потребителей. Полученные данные могут быть полезны для производителей функциональных продуктов питания и научных исследователей в области пищевых технологий.

Ключевые слова: мармелад, хлорелла, водный концентрат хлореллы, биологически активные добавки, пищевые волокна

Technological approaches to the production of marmalade with the addition of chlorella concentrate

Aleksey Yu. Kirillov, Victoria O. Shmykova, Gleb A. Chupin, Veronika V. Tarasova, Yulia V. Nikolaeva

Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow

Abstract. This paper discusses the development of technological solutions for obtaining marmalade based on biologically active substances of chlorella with a given sensory profile. In the context of growing interest in functional foods containing natural ingredients, the possibility of using chlorella as a source of vitamins, minerals and antioxidants is explored. The results of the study show that the use of chlorella allows not only to improve the nutritional value of marmalade, but also to form a unique sensory profile that meets modern consumer requirements. The data obtained can be useful for manufacturers of functional foods and scientific researchers in the field of food technology.

Keywords: marmalade, chlorella, chlorella aqueous concentrate, biologically active additives, dietary fiber

Функциональные продукты питания давно стали неотъемлемой частью жизни современного человека. В России обогащение продуктов массового потребления распространено широко. Обогащают витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами хлеб и хлебобулочные изделия, муку, куриные яйца, соль, молоко, кисломолочные продукты, растительное масло, сливочное масло, маргарин, питьевую воду, безалкогольные напитки, соки и кондитерские изделия. Их обогащение позволяет населению частично удовлетворять потребность организма в макро- и микронутриентах, необходимых для работы организма [1-5].

Рынок функциональных пищевых продуктов в России в последние годы показывает устойчивый рост. Сегмент функциональных продуктов может составлять от 3% до 5% от общего объема рынка пищевых продуктов в России (рис. 1, 2).



❖ **Рисунок. 1** . Сегменты рынка продуктов питания



Рисунок. 2. Сегменты рынка функциональных продуктов питания [1]

В качестве объекта исследования был выбран мармелад. Популярное кондитерское изделие известно широкому кругу населения страны, занимающее на рынке фруктово-желейных изделий лидирующую позицию.

Целью исследования является разработка низкокалорийного мармелада с рядом функциональных свойств.

Для обогащения мармелада и придания ему функциональных свойств было решено внедрить в рецептуру микроводоросль хлореллу и пробиотическую культуру. Для снижения количества быстрых углеводов было принято решение заменить сахар-песок на сироп топинамбура. Для поддержания жизнедеятельности пробиотиков и корректировки органолептических свойств продукта был использован сывороточный белок.

Хлорелла – это одноклеточная зеленая водоросль, богатая белковыми веществами, витаминами, минералами и пищевыми волокнами. В ее состав входят несколько десятков витаминов, среди них витамины группы В (В1, В2, В6, В12), пантотеновая кислота (витамин В5), витамины А, D, Е. Из минеральных веществ входящих в ее состав можно выделить железо, цинк, магний, йод. Содержание макро- и микронутриентов в процентном соотношении следующее: 40-55% белка, до 35% углеводов, 5-10% липидов, около 6% пищевых волокон, 9-10% минеральных веществ [3, 4, 6, 7].

При употреблении хлореллы в пищу происходит поступление питательных веществ в организм человека. Содержащиеся в ней вещества способны отчасти удовлетворять дефицит организма в макро- и микронутриентах и способствовать нормализации его работы. Хлорелла также положительно влияет на работу ЖКТ.

В качестве пробиотической добавки было решено использовать молочнокислые бактерии. Они повышают иммунитет человека, улучшают и стабилизируют работу ЖКТ, с их помощью пищевые продукты быстрее подвергаются гидролизу и усваиваются стенками кишечника.

Топинамбур – это многолетнее травянистое растение, родиной которого является Северная Америка. Оно не высокое, около 50 см. Продолжительность жизни топинамбура около 30 лет. Имеет клубни различного цвета в зависимости от сорта весом от 20 до 100 граммов. Их используют для производства сиропа, применяемого в технологии производств пищевых продуктов питания.

Сироп топинамбура содержит много полезных веществ: пектин, инулин, органические кислоты, клетчатка, белки, витамины и минеральные вещества. К содержащимся в сиропе топинамбура витаминам относятся: В1, В2, В6, С, РР. Минеральный состав сиропа топинамбура может включать: калий, кальций, магний, железо, фтор, натрий, кремний, хром. 60-70% сухого вещества сиропа топинамбура приходится на фруктозу. Она в 1,5 раза слаще сахарозы и не вызывает резкого повышения сахара в крови [4, 5].

Сывороточный белок – это белок, полученный из молочной сыворотки, содержит все незаменимые аминокислоты, имеет высокую усвояемость, помогает удовлетворить потребность организма в белке. Сывороточный белок термически стабилен, обладает гелеобразующей способностью и влияет на органолептические свойства продукта.

Для придания мармеладу необходимой структуры были использованы различные структурообразователи.

При использовании агара в качестве загустителя и структурообразователя мармелад приобретал хрупкую, но твердую структуру, похожую на структуру желе. Пористость отсутствовала, рыхлости не наблюдалось, полученный продукт был однородный. Поверхность продукта гладкая, стекловидная. Мармелад легко разрушался.

При использовании инулина, агара и йотта-каррагинана в соотношении 2:2:1 структура мармелада становилась хрупкой, но была способна удерживать форму, продукт был однородным.

При использовании в качестве загустителя инулина и йотта-каррагинана в соотношении 1:2 наблюдалось образование тягучей, мягкой, однородной структуры, напоминающей гель.

При соотношении агара к йотта-каррагинану 1:1 структура мармелада после застывания становилась прочной, снаружи мармелад был гладким, липкость отсутствовала, структура однородная, мягкая, упругая, но зернистая, напоминает застывшую манную кашу.

При увеличении доли агара – соотношение агара и йотта-каррагинана 2:1 – прочность продукта и твердость увеличивались, он оставался однородным, липкость отсутствовала, зернистости не наблюдалось, продукт становился менее упругим. Структура готового изделия напоминала плотную пастилу.

При уменьшении доли агара – соотношение агара к йотта-каррагинану 1:2 – наблюдалось образование вязкой, мягкой структуры, напоминающей гель, структура была однородной и густоватой.

При использовании агара и пектина в соотношении 1:1 наблюдалось образование прочной, мягкой и упругой структуры, однородной во всем объеме, липкость отсутствовала, пористость не наблюдалась.

При использовании пектина и каппа-каррагинана в соотношении 1:1 структура готового изделия была схожа с предыдущей структурой, но отличалась чуть большей плотностью и чуть меньшей упругостью.

Микроводоросль хлорелла использовалась в 2 вариантах: в виде концентрата и водного раствора.

Концентрат хлореллы в опытные образцы вносили в количестве 6%; 4,5%; 3%; 1,5% от массы смеси, используемой для приготовления мармелада.

С увеличением содержания хлореллы наблюдалась интенсификация присущего ей вкуса, напоминающего водоросли. Цвет продукта со снижением концентрации хлореллы, использованной в сухом виде, менялся от болотно-зеленого к зеленому.

Раствор хлореллы влияния на вкус не оказывал. Цвет продукта был кремово-белый (из-за использования компонента для корректировки вкуса).

Для корректировки вкусовых характеристик и поддержания жизнедеятельности молочнокислых бактерий были использованы следующие компоненты: молоко, молоко на растительной основе, сывороточный белок.

Молоко не способствовало корректировки вкуса, оно, наоборот, создавало сильный вкусовой контраст, из-за чего, помимо, неприятного вкуса водорослей появился сильный молочный привкус.

Растительное молоко, наоборот, корректировало вкус и восполняло его, но привкус, характерный для водорослей оставался.

Сывороточный белок корректировал вкус, но оставлял сливочное послевкусие.

Для подслащивания готового продукта в образцах использовался топинамбур в концентрациях 6%, 14% и 20% от массы пищевой смеси. При большей концентрации сиропа наблюдался приторно-сладкий вкус, который вместе с хлореллой придавал готовому продукту неприятный вкусовой оттенок. При концентрации сиропа в 14% наблюдалась умеренная сладость, которая хорошо корректировала вкус готового продукта. При меньшей концентрации сиропа ощущалась вкусовая пустота и пресность у готового продукта, которая сильно оттенялась сливочными нотами.

Исследования в области разработки низкокалорийного мармелада с функциональными свойствами необходимо продолжить. На данном этапе можно выделить группы загустителей, которые обеспечивают продукту требуемую структуру: агар и пектин и пектин в комплексе с каппа-каррагинаном. А также акцентировать внимание на использовании в рецептуре раствора хлореллы, вместо ее концентрата, что позволит придать продукту полезные свойства, при этом оставив возможным корректировку органолептических свойств (вкуса и цвета) готового изделия.

Список источников

1. Пищевые ингредиенты в продуктах питания: от науки к технологиям : монография / под редакцией В. А. Тутельяна [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : РОСБИОТЕХ, 2021. — 664 с. — ISBN 978-5-9920-0377-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277136> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Беспятова, С.В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СКВАШИВАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ / С. В. Беспятова, Ю. Г. Стурова // Ползуновский Альманах. — 2024. — № 2. — С. 112-115. — ISSN 2079-1097. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/360635> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Особенности диагностики и лечения хронических воспалительных и функциональных заболеваний кишечника на амбулаторном этапе: учебно-методическое пособие / С. Н. Лагутина, А. А. Зуйкова, И. С. Добрынина [и др.]. — Воронеж: ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, 2023. — 64 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/403496> (дата обращения: 09.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Оловяннаякова, А. А. Влияние микроводорослей на организм человека. полезные свойства хлореллы и спирулины / А. А. Оловяннаякова // Аллея науки. — 2020. — Т. 1, № 12(51). — С. 205-207. — EDN XPITQY.

5. Дудий, С. А. Использование фруктозо-сахарного сиропа из клубней топинамбура в качестве сахарозаменителя при производстве растительных десертов диабетического назначения / С. А. Дудий, Л. Я. Родионова // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ : В 4-х томах, Краснодар, 01–31 марта 2016 года / Составители А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов; под редакцией А. И. Трубилина, ответственный редактор А. Г. Коцаев. Том 2, Выпуск 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2016. – С. 171-174. – EDN NTTMCJ.

6. Петряков, В. В. Изучение физических свойств и состава питательных веществ микроводоросли хлореллы, выращенной в лабораторных условиях / В. В. Петряков // ИНСТРУМЕНТЫ и МЕХАНИЗМЫ СОВРЕМЕННОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Уфа, 13 октября 2018 года. Том Часть 2. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2018. – С. 4-6. – EDN UKUSHR.

7. Устинова, Ю. В. Свойства сывороточных белков и их производных / Ю. В. Устинова, А. М. Чистяков, Е. А. Сидорова // Пищевые инновации и биотехнологии : Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022 года / Под общей редакцией А.Ю. Просекова. Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 337-338. – EDN GKAVRC.

© Кириллов А. Ю., Шмыкова В. О., Чупин Г. А., Тарасова В. В., Николаева Ю. В., 2025

Биотехнологии в сельском хозяйстве: современная ситуация и перспективы

Екатерина Владимировна Кириченко

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»,
г. Армавир

Аннотация. Данная работа направлена на освещение роли современных методов биотехнологий в сельском хозяйстве, а также на анализ различных аспектов, связанных с их использованием и перспективами дальнейшего развития.

Ключевые слова: биотехнологии, биопестициды, биогербициды, ГМО, сельское хозяйство, растения, урожайность, окружающая среда

Biotechnologies in agriculture: current situation and prospects

Ekaterina V. Kirichenko

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Armavir State Pedagogical University", Armavir

Annotation. This work is aimed at highlighting the role of modern biotechnology methods in agriculture, as well as analyzing various aspects related to their use and prospects for further development.

Key words: biotechnologies, GMOs, agriculture, plants, productivity, environment

Введение. Биотехнологии являются междисциплинарной областью научно-технического прогресса, возникшая на стыке биологических, химических и технических наук. Согласно Конвенции ООН «О биологическом разнообразии» 1992 года «биотехнология» означает любой вид технологии, связанный с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или изменения продуктов или процессов с целью их конкретного использования [2, ст. 2]. В условиях изменения климата, роста населения и необходимости повышения продовольственной безопасности изучение сельскохозяйственной биотехнологии является актуальным. Это связано с тем, что она разрабатывает методы и методологии использования генетически биологических объектов для ускорения сельскохозяйственного производства, получения новых видов продуктов различного назначения, охраны окружающей среды. *Цель исследования* – выявить и проанализировать текущее состояние биотехнологий в сельском хозяйстве, а также перспективы их развития. *Материалы и методы исследования.* В ходе написания статьи были

проанализированы имеющиеся в различных сборниках и журналах статьи, касающиеся исследуемой темы.

Результаты исследования. В отличие от прошлого века, сейчас биотехнологии получают развитие в самых разнообразных сферах деятельности человечества. Это касается и сельского хозяйства, ведь современные методы биотехнологий представляют собой важный аспект, который значительно изменяет подходы к производству сельскохозяйственной продукции.

Сейчас особые перспективы в создании и распространении культивируемых сортов растений многие исследователи видят в применении новейших методов биотехнологии. При этом усилия специалистов направлены, в первую очередь, на увеличение выхода продукции и повышение её питательности. Кроме этого, особое внимание уделяется усилению устойчивости культивируемых биологических видов к неблагоприятным условиям внешней среды, патогенам и вредителям. При этом остаётся актуальной проблема поддержания разнообразия среди культивируемых видов и сохранения генетических ресурсов в целом.

Так, бурное развитие науки и переход сельского хозяйства на интенсивные технологии привели к появлению и применению огромного разнообразия химических веществ для борьбы с вредителями и болезнями культивируемых видов. В сложившейся ситуации первоочередное место среди химикатов заняли пестициды – ядовитые химические вещества, используемые для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. Но в ходе многочисленных исследований было выявлено, что они достаточно плохо справляются со своими функциями. Именно поэтому сейчас активно разрабатываются способы модификации свойств микроорганизмов для их использования в качестве биопестицидов (бактериальные, грибные, вирусные препараты). Кроме этого, химиками были разработаны гербициды – химические препараты для борьбы с сорняками, которые составляют около 50 % суммарного рынка химикатов для сельского хозяйства. Но уже доказано, что гербицидам свойственны недостатки, аналогичные пестицидам. Именно поэтому потребность в создании биогербицидов очевидна. Среди последних разработок можно отметить следующие: микроорганизмы-патогены растений, ферменты, полупродукты, получаемые биоконверсией. Стоит отметить, что наряду с биогербицидами, для защиты растений всё шире применяют биологические препараты для борьбы с возбудителями заболеваний. [3]

Кроме вышперечисленного, одним из самых актуальных в настоящее время направлений в биотехнологии является использование генетически модифицированных организмов (ГМО). Генетически модифицированные организмы – это организмы, в геном которых с помощью методов генетической инженерии, интродуцированы посторонние гены. Основная проблема заключается в том, что модифицированные продукты часто дают непредвиденные побочные эффекты. На данный момент нет точных данных о том, что генетически модифицированное растение, потребленное нами в пищу, не будет способствовать вдруг выработке новых токсинов и аллергенов или не повысит уровень скрытых токсинов. Также не существует и убедительных

данных о пищевой ценности таких растений, а также об их воздействии на окружающую среду и дикую природу. Известно только то, что растения, полученные с помощью генной инженерии, могут давать более высокие урожаи, чем традиционные культуры, имеют более высокую устойчивость к многим вредителям. Именно поэтому возможность повышения урожайности является одним из основных аргументов в пользу создания трансгенных растений. [4]

По мнению большинства исследователей, наибольший вклад биотехнологии в сельское хозяйство внесёт улучшение свойств культурных растений с использованием новейших методов клеточной и генетической инженерии, которые в настоящее время продолжают развиваться. Так, растительные клетки и культура тканей – основные объекты клеточной биологии, которая предоставляет возможности регенерации растений из протопластов, клеток и тканей, которые, в свою очередь, могут быть трансформированы или отобраны по специфическим генетическим признакам. Стоит отметить, что культура растительных клеток позволяет сравнительно быстро получать многочисленные популяции в управляемых и контролируемых условиях среды на ограниченном пространстве и идентифицировать линии растений с повышенной биологической продуктивностью. [3]

Перспективы развития биотехнологий в сельском хозяйстве. Будущее биотехнологий в сельском хозяйстве связано с дальнейшим развитием геномных технологий, молекулярного редактирования и биоинженерии. Разработка новых методов и технологий позволит создавать более устойчивые к изменениям климата культуры, улучшать качество продуктов питания и снижать негативное воздействие сельского хозяйства на окружающую среду. [1] Последние достижения в области биотехнологии приносят значительную пользу обществу. Многие исследования всё ещё продолжаются, и есть много других факторов, которые необходимо учитывать в будущем. Хотя исследования в области биотехнологии принесли большую пользу, есть некоторые моменты, которые следует учитывать в будущем:

- определить полезные генные продукты в растениях, их механизмы экспрессии, структуру и функции гена, его влияние на здоровье человека;
- в связи с быстрым ростом населения биотехнологии могут использоваться как потенциальный инструмент повышения продовольственной безопасности, особенно преодоления нынешних ограничений на производство основных продуктов питания во всем мире в связи с разросшейся пандемией;
- понять поведение и влияние генетически модифицированных видов на окружающую среду и стабильность экосистемы;
- разработать вакцины против вирусов с использованием новых методов генной инженерии. [5]

Выводы. Таким образом, можно сказать, что биотехнологии в сельском хозяйстве – это не просто модный тренд, а необходимость, вызванная глобальными вызовами современности. Они могут стать ключом к решению многих проблем, связанных с продовольственной безопасностью, изменением климата и устойчивым развитием. Однако для этого необходимо продолжать

работать над повышением осведомленности общества о биотехнологиях, их преимуществах и рисках, а также развивать законодательную и нормативную базу, которая обеспечит безопасное и этичное использование этих технологий.

Список источников

1. Аннаев, А. Роль биотехнологий в революционизации сельского хозяйства / А. Аннаев, Т. Гарягдыева, С. Гараджаев // *Cognitio Rerum*. – 2024. – № 9. – С. 15-16.
2. Биотехнология // **Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 05.06.1992)** // **Консультант плюс [Электронный ресурс]**. – URL: https://abs.igc.by/wp-content/uploads/2020/03/Conven_BR_text_Cons.pdf
3. Волова, Т. Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. 252 с.
4. Писанка, Л. П. Биотехнология в современном мире / Л. П. Писанка, Н. В. Назаренко, Т. Ю. Солодилова, Н. Ф. Лаас // Тенденции, факторы и механизмы повышения результативности Отечественной науки: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с международным участием. – Уфа, 2024. – С. 5-7.
5. Шаванов, М. В. Развитие и перспективы сельскохозяйственных биотехнологий / М. В. Шаванов, Н. Л. Адаев, М. Р. Нахаев // Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии. Материалы заочных докладов Международной научной конференции. – 2020. –С. 437-439.

© Кириченко Е. В., 2025

Методы диагностики неопластических заболеваний у мелких непродуктивных животных

Евгений Сергеевич Козлов, Сергей Александрович Староверов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,

г. Саратов

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук,

г. Саратов

Аннотация: вызывает беспокойство высокая частота опухолей молочной железы у мелких животных. Анамнез пациента, клинический осмотр, физикальное обследование и визуализирующие исследования важны для клинической постановки диагноза. Ультразвуковое исследование обычно применяется для исследования наличия метастазов в брюшной полости. Однако было показано, что оно дает важную информацию об архитектуре опухолей молочной железы, а передовые сонографические методы могут предоставить информацию о неоваскуляризации, жесткости и перфузии. Были исследованы различные методы для определения точности прогнозирования гистологической классификации поражений. В данной работе представлен анализ литературных источников на предмет диагностики неопластических заболеваний мелких непродуктивных животных для проведения дальнейших исследований в этой тематике. В статье представлены визуальные и лабораторные методы диагностики.

Ключевые слова: онкология, опухоль молочной железы, рак, биомаркеры, ультразвуковое исследование, полимеразная цепная реакция, иммуноферментный анализ.

Methods of diagnosis of neoplastic diseases in small unproductive animals

Evgeny S. Kozlov, Sergey A. Staroverov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms of the Russian Academy of Sciences, Saratov

Abstract: The high incidence of breast tumors in small animals is of concern. The patient's medical history, clinical examination, physical examination, and imaging studies are important for clinical diagnosis. Ultrasound is usually used to examine the presence of metastases in the abdominal cavity. However, it has been shown to provide

important information about the architecture of breast tumors, and advanced sonographic techniques can provide information about neovascularization, stiffness, and perfusion. Various methods have been investigated to determine the accuracy of predicting the histological classification of lesions. This paper presents an analysis of literary sources for the diagnosis of neoplastic diseases of small unproductive animals for further research in this field. The article presents visual and laboratory diagnostic methods.

Keywords: oncology, breast tumor, cancer, biomarkers, ultrasound, polymerase chain reaction, enzyme immunoassay.

Новообразование молочной железы наиболее встречаемое заболевание у мелких непродуктивных животных и большинство из них являются злокачественными [1]. Данные опухоли имеют высокую вероятность метастазов, его частота может достигать 50%, что является основным фактором смертности пациентов [2]. Исходя из этого ранняя диагностика позволит вовремя назначить лечение, что приведет к лучшему прогнозу.

Нами будут рассмотрены следующие метода диагностики опухолей молочной железы:

- Ультразвуковая диагностика;
- Полимеразная цепная реакция;
- Иммуноферментный анализ;
- Проточная цитометрия.

Ультразвуковое исследование является основным методом исследование в ветеринарной практике для мониторинга заболеваний репродуктивной системы, для диагностики беременности и так далее [3]. Данное исследование в случае опухолей чаще всего используется для определения стадии развития онкологии, чтобы исследовать возможные метастатические поражения в органах брюшной полости [4].

Ультразвуковое исследование оценивает структуру ткани путем эхо-сигналов в серой шкале и является наиболее доступным методом неинвазивной оценки состояния молочных желез, который позволяет оценить характеристики поражения [5].

При УЗ-исследовании оцениваются следующие сонографические характеристики: размер, отношение ширины к длине; форма; края; границы, эхогенность массы по сравнению с окружающими тканями; эхот-структура; наличие или отсутствие гиперэхогенного ореола; наличие или отсутствие дистального усиления звука или затенения; и инвазивность [5, 6].

Учитывая различные параметры, которые могут быть оценены при обычном ультразвуковом исследовании, важно отметить, что существуют расхождения между определением эффективности этих параметров как показателей при дифференциации новообразований молочной железы по данным разных авторов, а также разной предлагаемой терминологией. В 1998 году Гонсалес де Бульнес и др. обследовали 19 сук с опухолями молочной железы и сообщили, что злокачественные опухоли, как правило, имеют неровные края, полиморфную

форму и инвазивный характер по отношению к соседним тканям, заявив, что эти критерии могут помочь в выявлении доброкачественных опухолей. [5].

Далее мы с вами поговорим биомаркерах рака. Данная характеристика выступает в качестве индикатора возникновения онкологических заболеваний или исхода лечения пациента. К характеристикам относятся молекулярные, клеточные, физиологические на визуализации. Эти биомаркеры присутствуют или вырабатываются раковыми клетками или нормальными клетками в ответ на рак. С одной стороны, тестирование биомаркеров при раке включает профилирование опухоли или жидкостей организма для выявления изменений в ДНК, РНК, белках или других биомолекулах, которые предоставляют информацию для диагностики рака, прогноза, точной медицины / руководства лечением рака, прогнозирования лекарственного эффекта или мониторинга рака. С другой стороны, генетическое тестирование, которое отличается от тестирования биомаркеров рака, используется для выявления генетических вариаций зародышевой линии, связанных с восприимчивостью к раку, наследственным раком или синдромами, ассоциированными с раком. Генетические маркеры зародышевой линии могут, помимо информации о восприимчивости к раку, также предоставлять полезную информацию о вариантах лечения [7, 8].

Основные методы выявления биомаркеров является:

1. Полимеразная цепная реакция;
2. Иммуноферментный анализ;
3. Проточная цитометрия.

Полимеразная цепная реакция.

Целенаправленное генетическое профилирование на основе ПЦР - наиболее распространенная технология, используемая в диагностике рака как на основе ДНК, так и на основе РНК. Она используется для обнаружения небольших мутаций ДНК (например, EGFR мутации), слияния генов (например, тестирование на основе РНК для определения ALK) или анализ метилирования ДНК с использованием специфичной для метилирования ПЦР (например, MGMT метилирование промотора при глиобластоме или метилирование гена Septin9 при CRC). Постоянно разрабатывается множество модификаций этого базового метода для повышения чувствительности обнаружения биомаркеров из микроисточников [7].

Иммуноферментный анализ.

Это наиболее часто используемый метод анализа белка в клинической практике, особенно в жидкостях организма. Новые разработки, такие как электрохимический анализ ELISA, повышают чувствительность ELISA к белковым биомаркерам при низких концентрациях в жидкостях организма за счет усиления сигнала. Они более экономичны и просты в использовании. [7, 9].

Проточная цитометрия.

Часто применяется в диагностике лейкозов и лимфом для идентификации и подсчета клеток с помощью панели флуоресцентно меченых антител. Он также используется для количественного определения ДНК в раковых клетках путем

обработки их ДНК-связывающими светочувствительными красителями. Изменения количества ДНК указывают на рецидив рака молочной железы, простаты или мочевого пузыря. Более того, он находит применение и в биомаркерах на основе СТС [7].

Вывод

Распространенность опухолей молочной железы у мелких непродуктивных животных вызывает беспокойство, исходя из этого ранняя диагностика имеет решающее значение для адекватной постановки диагноза и своевременное назначение лечения.

Список источников

1. Kuppusamy, K.; Rajan, A.; Warriar, A.; Nadhan, R.; Patra, D.; Srinivas, P. Cytological grading of breast tumors—The human and canine perspective. *Front. Vet. Sci.* 2019, 6, 283.
2. Oliveira Filho, J.C.; Kommers, G.D.; Masuda, E.K.; Marques, B.M.; Figuera, R.A.; Irigoyen, L.F.; Barros, C.S. Estudo retrospectivo de 1.647 tumores mamários em cães. *Pesqui. Vet. Bras.* 2010, 30, 177–185.
3. Aires, L.P.N.; Gasser, B.; Silva, P.; Da Silva, P.D.A.; Silveira, M.V.; Carneiro, R.K.; Yamada, D.I.; Padilha-Nakaghi, L.C.; Uscategui, R.A.R.; Spada, S.; et al. High-definition ultrasonography in the evaluation of the reproductive tract of bitches during the follicular phase of the estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 2021, 234, 106870.
4. Da Silva, D.M.; Juliani, A.I.; Ribeiro, C.L.; Guérios, S.D.; Froes, T.R. Abdominal ultrasonographic findings in dogs with mammary tumors: Association with tumor characteristics and survival. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.* 2019, 43, 808–816.
5. Gonzalez de Bulnes, A.; Garcia Fernandez, P.; Mayenco Aguirre, A.M.; Sanchez De La Muela, M. Ultrasonographic imaging of canine mammary tumours. *Vet. Rec.* 1998, 143, 687–689.
6. Hillaert, A.; Stock, E.; Duchateau, L.; De Rooster, H.; Devriendt, N.; Vanderperren, K. B-Mode and Contrast-Enhanced Ultrasonography Aspects of Benign and Malignant Superficial Neoplasms in Dogs: A Preliminary Study. *Animals* 2022, 12, 2765.
7. Sarhadi, V.; Armengol, G. Molecular Biomarkers in Cancer. *Biomolecules* 2022, 12, 1021. <https://doi.org/10.3390/biom12081021>
8. Schienda, J.; Church, A.J.; Corson, L.B.; Decker, B.; Clinton, C.M.; Manning, D.K.; Imamovic-Tuco, A.; Reidy, D.; Strand, G.R.; Applebaum, M.A.; et al. Germline Sequencing Improves Tumor-Only Sequencing Interpretation in a Precision Genomic Study of Patients With Pediatric Solid Tumor. *JCO Precis. Oncol.* 2021, 5, PO.21.00281.
9. Arya, S.; Estrela, P. Recent Advances in Enhancement Strategies for Electrochemical ELISA-Based Immunoassays for Cancer Biomarker Detection. *Sensors* 2018, 18, 2010.

©Козлов Е. С., Староверов С. А., 2025

Научная статья
УДК 57.085(23)

Влияние различных сред для культивирования на продукцию и гликозилирование моноклональных антител типа IgG1к экспрессируемых клетками CHO-DG44

Анна Александровна Колохина, Екатерина Романовна Вольнова
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
г. Москва

Аннотация. Производство моноклональных антител играет ключевую роль в биомедицинских науках и промышленности, предоставляя мощные инструменты для диагностики, лечения и научных исследований. Для производства моноклональных антител обычно используют клетки яичников китайского хомяка (CHO), а среда для культивирования клеток, используемая в биореакторах, влияет на выход и качественные характеристики белковых лекарственных препаратов. Пандемия COVID-19 выявила уязвимость в цепочке поставок необходимых реагентов (таких как питательные среды и сырье) для поддержания бесперебойного производства белковых препаратов стабильного качества в связи с чем перед производителями встала задача по поиску альтернативных реагентов. В рамках данной статьи мы исследовали три различные доступные коммерческие среды в двух группах экспериментов с различными подпитками. Для сравнения сред мы оценивали ростовые характеристики культуры, биохимические показатели процесса, выход белка и характер гликозилирования. В ходе проведенного эксперимента установлено, что среда Star наиболее продуктивна в сравнении со средами Altair и Sagi, выход белка на 14-й день культивирования составляет $1,9 \pm 0,1$ мг/мл. Также отмечается, что в средах Star и Altair содержание (%) гликоформы G0F больше, чем в среде Sagi. В то же время содержание (%) гликоформ G1F, G1'F, G2F в средах Star и Altair меньше, чем в среде Sagi. Исследуемые в рамках данной статьи питательные среды и подпитки могут быть использованы в качестве альтернативы недоступным коммерческим средам.

Ключевые слова: питательная среда, клетки CHO, моноклональное антитело, титр, гликозилирование

The effect of various culture media on the production and glycosylation of monoclonal antibodies of the IgG1 type expressed by CHO-DG44 cells

Anna A. Kolokhina, Ekaterina Romanovna Volnova
Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), Moscow

Annotation. Monoclonal antibody production plays a key role in biomedical sciences and industry, providing powerful tools for diagnosis, treatment and research. Chinese hamster ovary (CHO) cells are commonly used to produce monoclonal antibodies, and the cell culture medium used in bioreactors affects the yield and quality characteristics of protein drugs. The COVID-19 pandemic has highlighted a

vulnerability in the supply chain of essential reagents (such as nutrient media and raw materials) to maintain uninterrupted production of protein drugs of consistent quality, thus manufacturers are challenged to find alternative reagents. Within the scope of this article, we investigated three different commercially available media in two groups of experiments with different substrates. To compare the media, we evaluated the growth performance of the culture, biochemical process parameters, protein yield and glycosylation pattern. During the conducted experiment, it is found that Star medium is the most productive in comparison with Altair and Sagi media, the protein yield on the 14th day of cultivation is 1.9 ± 0.1 mg/ml. It is also observed that Star and Altair media have higher content (%) of G0F glycoform than Sagi medium. At the same time, the content (%) of G1F, G1'F, G2F glycoforms in Star and Altair media is less than Sagi medium. At the same time, the content (%) of G1F, G1'F, G2F glycoforms in Star and Altair media is lower than in Sagi medium. The nutrient media and supplements investigated in this article can be used as an alternative to unavailable commercial media.

Keywords: culture medium, CHO cells, monoclonal antibody, titre, glycosylation

Введение

В последние десятилетия моноклональные антитела стали значимым инструментом в биомедицине, особенно в терапии различных заболеваний, таких как рак, аутоиммунные и инфекционные заболевания [4]. Их уникальная специфичность и способность к высокоэффективному связыванию с целевыми молекулами сделали их незаменимыми в современной медицине.

Клетки линии CHO являются важным инструментом в биотехнологии благодаря их способности к высоким уровням экспрессии рекомбинантных белков, стабильному росту и способности к посттрансляционным модификациям, таким как гликозилирование. Гликозилирование является важным посттрансляционным процессом, который влияет на биологические свойства антител, такие как их стабильность, иммуногенность и функциональность [5, 6, 10]. В иммунной функции гликозилирование играет важнейшую роль, поскольку большинство молекул, участвующих в иммунном ответе, являются гликопротеинами [8]. Иммуноглобулины (Ig), молекулы адгезии, цитокины, хемокины, белки комплемента и рецепторы распознавания патогенов, в значительной степени гликозилированы [3]. Большинство белков имеют несколько участков гликозилирования и могут быть покрыты как N-, так и O-гликанами [2, 9]. Нарушение регуляции путей гликозилирования может лежать в основе критических изменений в физиологических процессах, таких как иммунная функция, и, как правило, связано с развитием различных заболеваний и влияет на него.

Увеличение выхода рекомбинантного белка без потери качества и, соответственно, снижение производственных затрат представляют собой основную цель биотехнологии.

Целью данного исследования является изучение влияния различных коммерчески доступных питательных сред на продукцию и гликозилирование моноклональных антител типа IgG1к, экспрессируемых клетками CHO-DG44.

Материалы и методы

Культивирование клеток

Размораживание клеточной культуры проводили в течение 2,5 – 3 мин на водяной бане, предварительно нагретой до 37 °С. Криопротектор удаляли центрифугированием клеточной суспензии на режиме 200 g в течение 3 мин: надосадочную жидкость удаляли, клетки вносили в свежую питательную среду.

Для получения необходимого количества клеток для эксперимента проводили еще два посева клеточной культуры в колбах Томсона объемом 125 и 250 мл. Клетки пересеивали при достижении плотности $(3,3 - 5,0) \times 10^6$ клеток/мл.

Эксперимент проводился в количестве 2 повторов. В ходе эксперимента линии клеток CHO-DG44 культивировали в течение 14 суток. На протяжении всего процесса культивирования контролировался уровень глутамина, глутамата, глюкозы, лактата, ионов аммония и pH. Культивирование клеточной линии CHO-DG44 осуществлялось в колбах Эрленмейера объемом 250 мл режиме fed-batch с использованием питательных сред OPM Star DPM, OPM Altair DPM, OPM Sagi DPM и подпиток OPM-AF183, OPM-AF169, CDF S36 («OPM Biosciences», Китай). Посевная клеточная плотность составила $0,4 \times 10^6$ клеток/мл. Культивирование проводилось в шейкере-инкубаторе SMZ1503PC («Kuhner», Швейцария) с радиусом вращения 25 мм, содержанием CO₂ в атмосфере 5%, при перемешивании со скоростью 140 об/мин, при температуре 37 °С. Подсчет числа клеток и анализ их жизнеспособности осуществляли с помощью автоматического анализатора жизнеспособности клеток Vi-CELL BLU («Beckman Coulter», США).

Пробы с последнего дня культивирования проанализированы по показателям: титр белка, профиль гликозилирования. Анализы проводились на жидкостном хроматографе Agilent 1260 («Agilent», США).

Анализ титра белка

Анализ по показателю «Титр белка» проведен методом аффинной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием POROS™ A 20 µm Column, 2.1 x 30 mm, 0.1 mL, Thermo Scientific).

Анализ гликанового профиля

Анализ по показателю «Гликановый профиль» проводился методом нормально-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием (ВЭЖХ-ФД) с использованием колонки LudgerSep N1 Amide HPLC Column 250 мм × 4,6 мм, 5 мкм, 80 Å, («Ludger», Великобритания).

Содержание целевых пиков гликанов рассчитывают, как процент от общей площади всех идентифицированных пиков в программном обеспечении.

Таблица 1 – Условные обозначения и особенности структуры исследованных углеводных цепей

Гликан	Структура
G0F-N	Фукозилированная гликоформа без концевых остатков галактозы, содержащая дополнительный глюкозамин
G0	Нефукозилированная гликоформа без концевых остатков галактозы
G0F	Фукозилированная гликоформа без концевых остатков галактозы
M5	Высокоманнозная гликоформа, содержащая 5 остатков маннозы
G1	Галактозилированные гликоформы
G1'	Изомер G1 по расположению галактозы
G1F	Фукозилированная гликоформа с одним остатком галактозы
G1'F	Изомер G1F по расположению галактозы
G2F	Фукозилированная гликоформа с двумя остатками галактозы

Статистический анализ

Статистический анализ и построение графиков проводились с помощью программ GraphPad Prism v.8.0.1. Данные представлены в виде стандартной медианы \pm стандартное отклонение (SD). Статистическую значимость определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием множественных тестов Тьюки и Даннетта и двухфакторного (ANOVA) с использованием множественных тестов сравнения Даннетта: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,005$ и **** $p < 0,0001$. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Результаты и обсуждения

Влияние различных сред и подпиток на ростовые характеристики

Внесение подпиток в процессе культивирования было эффективным как для увеличения плотности жизнеспособных клеток, так и для повышения титра [1, 7]. Исследование по определению питательной среды, обеспечивающей наибольший выход продукта, проводилось в двух группах экспериментов. Эксперимент группы 1 состоял из колб с клеточными культурами, в которые вносились подпитки OPM-AF183 и CDF S36. Эксперимент группы 2 состоял из колб с клеточными культурами, в которые вносились подпитки OPM-AF169 и CDF S36. На рисунке 1 представлены показатели концентрации и жизнеспособности клеток CHO-DG44 на трех средах, выбранных для сравнения. Концентрация жизнеспособных клеток CHO-DG44 в колбах первой группы (рисунок 1А) показала наибольшее значение при культивировании на среде OPM Star DPM ($19,8 \times 10^6$ клеток/мл) в сравнении с двумя другими средами OPM Altair DPM ($16,7 \times 10^6$ клеток/мл), OPM Sagi DPM ($16,5 \times 10^6$ клеток/мл).

Жизнеспособность клеток во всех трех исследуемых средах поддерживалась выше 90% до завершения эксперимента (рисунок 1Б). Концентрация жизнеспособных клеток CHO-DG44 в колбах второй группы (рисунок 1В) показала наибольшее значение при культивировании на средах OPM Star DPM ($18,8 \times 10^6$ клеток/мл) и OPM Sagi DPM ($18,2 \times 10^6$ клеток/мл) в сравнении со средой OPM Altair DPM ($16,5 \times 10^6$ клеток/мл). Жизнеспособность клеток во всех трех исследуемых средах поддерживалась выше 85% до завершения эксперимента (рисунок 1Г). Максимальная клеточная плотность была достигнута в питательной среде OPM Star DPM.

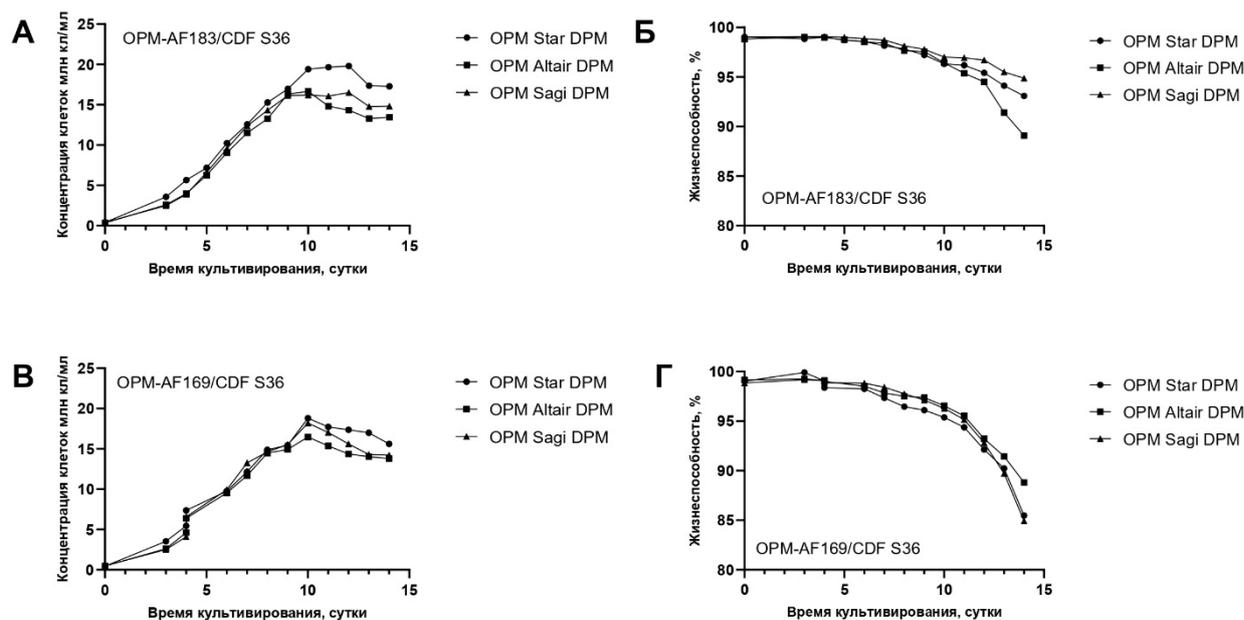


Рисунок 1. Показатели концентрации и жизнеспособности клеток CHO-DG44. Концентрация клеток (А) и жизнеспособность (Б) для каждой исследуемой среды с подпитками OPM-AF183/CDF S36. Концентрация клеток (В) и жизнеспособность (Г) для каждой исследуемой среды с подпитками OPM-AF169/CDF S36

На рисунке 2 представлены данные времени удвоения клеток на 3-е сутки культивирования на трех исследуемых средах в двух группах экспериментов. Время удвоения клеток CHO-DG44 в колбах первой группы с добавлением подпиток OPM-AF183 и CDF S36 составило для среды OPM Star DPM ($21,45 \pm 0,23$ ч), OPM Altair DPM ($24,43 \pm 0,50$ ч), OPM Sagi DPM ($27,31 \pm 1,08$ ч). Время удвоения клеток CHO-DG44 в колбах второй группы с добавлением подпиток OPM-AF169 и CDF S36 составило для среды OPM Star DPM ($21,71 \pm 0,22$ ч), OPM Altair DPM ($25,77 \pm 0,11$ ч), OPM Sagi DPM ($26,40 \pm 0,48$ ч). Из полученных данных можем сделать вывод, что наибольшая скорость роста и соответственно наименьшее время удвоения наблюдается на среде OPM Star DPM.

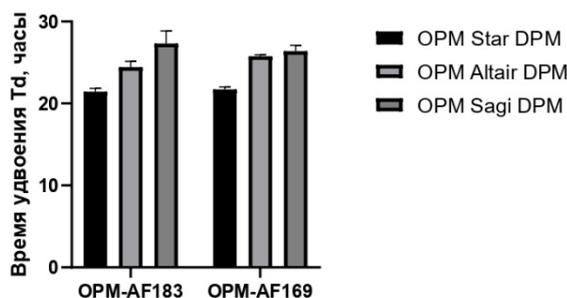


Рисунок 2. Время удвоения клеток на 3-е сутки культивирования

Процесс культивирования требует тщательного контроля биохимических показателей, например, таких как глюкоза и лактат, поскольку метаболизм клеток зависит от аминокислот, нуклеотидов, липидов, витаминов и микроэлементов, при отсутствии или недостатке этих компонентов полноценное функционирование клеток невозможно.

Биохимические показатели процесса культивирования клеток CHO-DG44 представлены на рисунке 3. Концентрация аммония и глутамата постепенно увеличивалась на протяжении эксперимента, в двух группах экспериментов наблюдалась одинаковая тенденция. Данная закономерность объясняется тем, что метаболическая деградация глутамина или глутамата приводит к образованию аммония, а метаболическая деградация глюкозы приводит к образованию лактата. В результате концентрации глутамина снижались с увеличением продолжительности культивирования. Концентрация глюкозы на протяжении всего эксперимента не превышала 5 г/л и не опускалась ниже 3 г/л (рисунок 3А – Е).

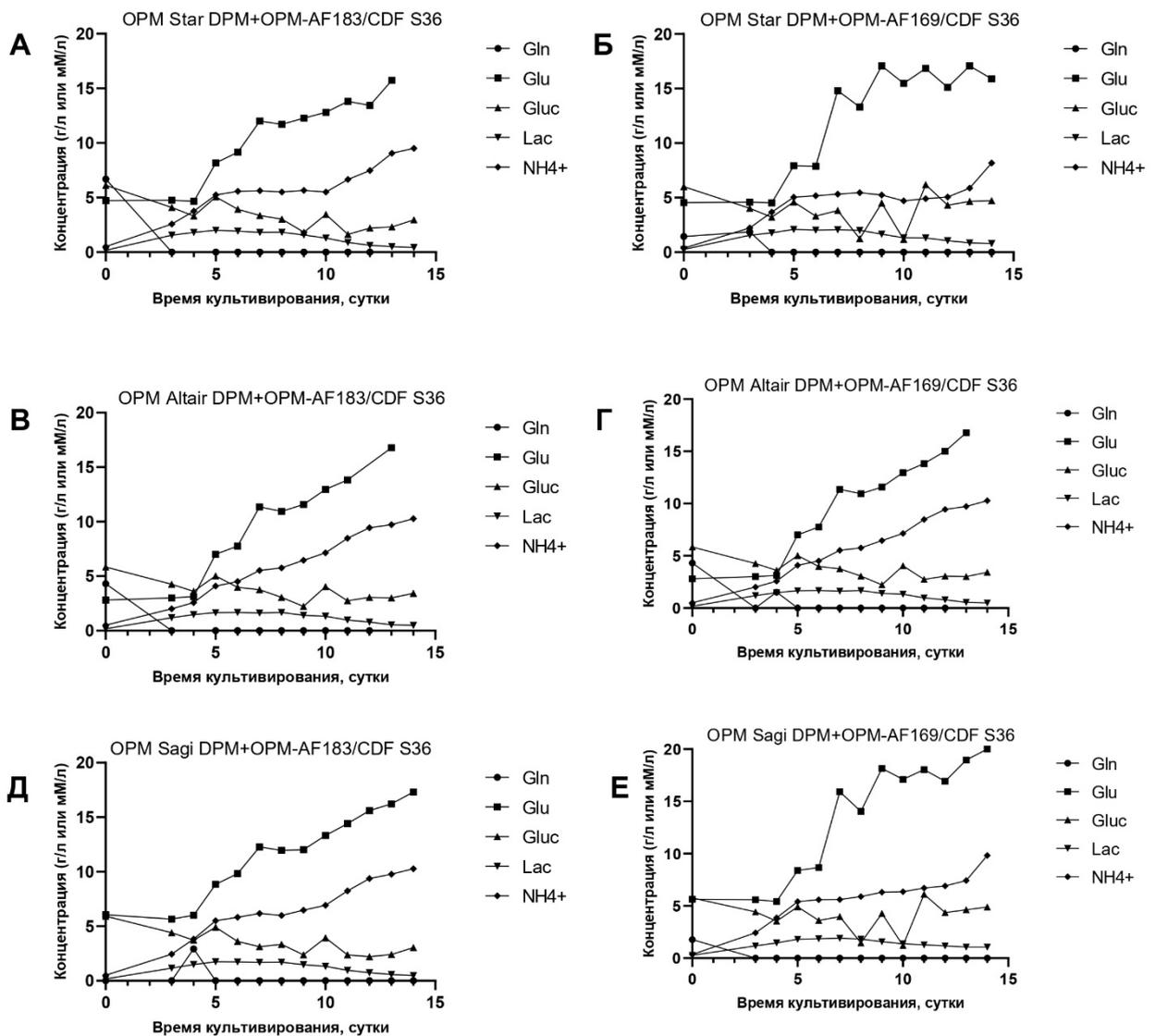


Рисунок 3. Биохимические показатели процесса культивирования клеток CHO-DG44

Влияние различных сред и подпиток на титр моноклонального антитела

Выход белка, экспрессируемого клетками CHO-DG44 на различных средах группы 1 (с добавками OPM-AF183/CDF S36) и группы 2 (с добавками OPM-AF169/CDF S36) представлен на рисунке 4. Титр антитела составил 1,8 мг/мл (OPM Star DPM), 1,4 мг/мл (OPM Altair DPM), 1,6 мг/мл (OPM Sagi DPM) соответственно для 3 сред группы 1. Титр антитела составил 2,0 мг/мл (OPM Star DPM), 1,6 мг/мл (OPM Altair DPM), 1,7 мг/мл (OPM Sagi DPM) соответственно для 3 сред группы 2. Выход белка на среде OPM Star DPM показал статистически значимые результаты в группе 1 и 2 в сравнении с титром белка на средах OPM Altair DPM (***) $p < 0,005$) и OPM Sagi DPM (** $p < 0,01$). Данные титра моноклонального антитела согласуются с данными концентрации жизнеспособных клеток на трех исследуемых средах в группах 1 и 2.

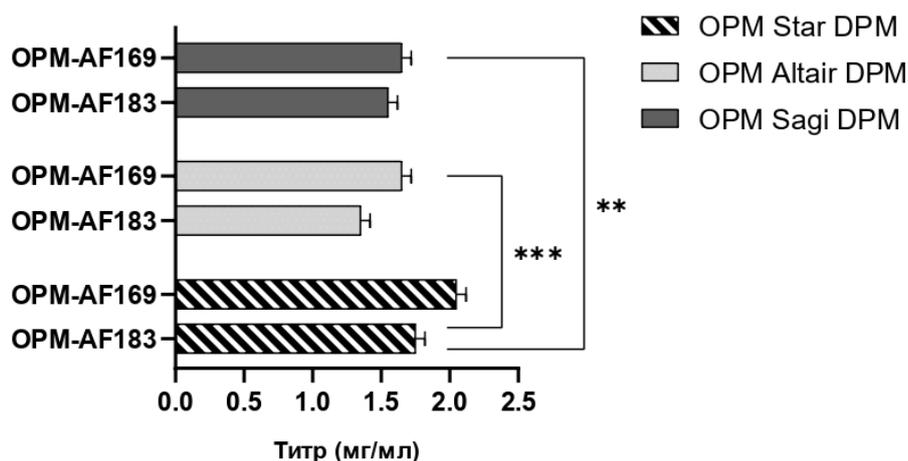


Рисунок 4. Выход белка, экспрессируемого клетками CHO-DG44 на различных средах

Влияние различных сред и подпиток на профиль гликозилирования

В ходе проведенного исследования были идентифицированы основные типы гликанов G0F-N (2,4 – 7,1%), G0 (0,5 – 0,7%), G0F (65,4 – 73,5%), M5 (1,0 – 1,2%), G1 (0,1%), G1' (0,1 – 0,6%), G1F (10,4 – 18,8%), G1F' (4,6 – 7,4%), G2F (1,1 – 3,0%). В таблице 2 представлено содержание (% от общего количества) основных типов гликанов, количественно определенных из IgG1k с помощью ВЭЖХ-анализа для 1 и 2 экспериментальных групп. На рисунке 5 показано сравнение относительного содержания отдельных гликанов. В экспериментальной группе 1 отмечается, что в средах OPM Star DPM и OPM Altair DPM содержание (%) гликоформы G0F больше, чем в среде OPM Sagi DPM. В то же время содержание (%) гликоформ G1F, G1'F, G2F в средах OPM Star DPM и OPM Altair DPM меньше, чем в среде OPM Sagi DPM. Аналогичная зависимость наблюдается в экспериментальной группе 2.

Таблица 2 – Содержание (% от общего количества) основных типов гликанов, количественно определенных из IgG1k с помощью ВЭЖХ-анализа

Гликан	Группа 1			Группа 2		
	Star DPM	Altair DPM	Sagi DPM	Star DPM	Altair DPM	Sagi DPM
	OPM-AF183/CDF S36			OPM-AF169/CDF S36		
G0F-N	7,08±0,03	4,72±0,12	6,40±0,10	3,97±0,07	2,44±0,14	6,40±0,10
G0	0,63±0,01	0,62±0,03	0,60±0,03	0,73±0,01	0,51±0,03	0,60±0,03
G0F	73,45±0,45	69,27±0,27	73,10±0,40	71,56±0,56	65,36±0,25	73,10±0,40
M5	1,20±0,01	1,18±0,02	1,19±0,02	1,08±0,03	1,01±0,01	1,19±0,02
G1	0,12±0,02	0,12±0,02	0,11±0,01	0,12±0,02	0,10±0,01	0,11±0,01
G1'	0,13±0,01	0,53±0,01	0,58±0,01	0,63±0,02	0,48±0,01	0,58±0,01
G1F	10,42±0,02	14,46±0,06	11,65±0,05	13,43±0,28	18,79±0,12	11,65±0,05
G1'F	4,58±0,02	6,09±0,02	4,98±0,02	5,62±0,02	7,42±0,03	4,98±0,02

G2F	1,12±0,02	1,98±0,03	1,27±0,07	1,74±0,04	2,97±0,03
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

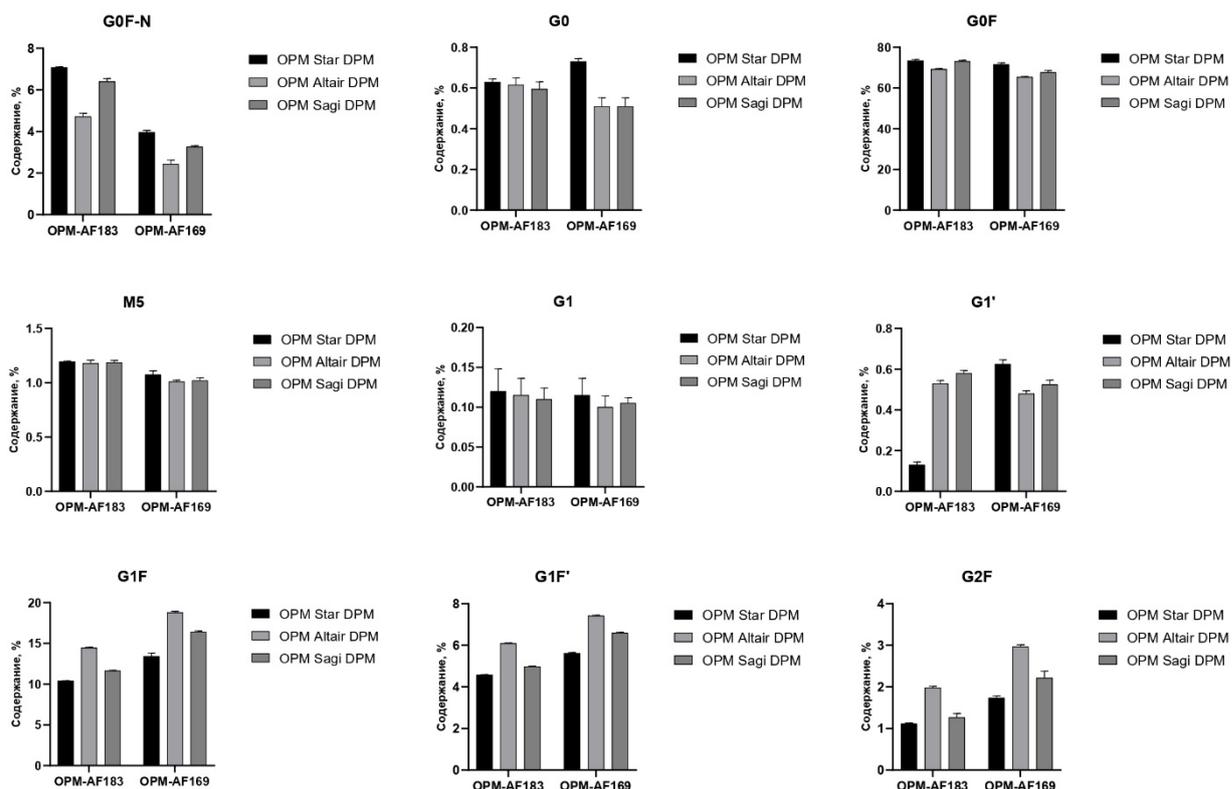


Рисунок 5. Содержание (% от общего количества) основных типов гликанов, количественно определенных из IgG1k с помощью ВЭЖХ-анализа

Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что выбор питательных сред для культивирования клеток CHO-DG44 имеет значительное влияние на продукцию и гликозилирование моноклональных антител типа IgG1k. Установлено, что различные коммерческие среды могут не только увеличивать выход рекомбинантных антител, но и влиять на качество их посттрансляционных модификаций, что, в свою очередь, сказывается на их биологической активности и стабильности.

В ходе проведенного эксперимента установлено, что среда OPM Star DPM наиболее продуктивна в сравнении со средами OPM Altair DPM и OPM Sagi DPM, выход белка на 14-й день культивирования составляет $1,9 \pm 0,1$ мг/мл. Также отмечается, что в средах OPM Star DPM и OPM Altair DPM содержание (%) гликоформы G0F больше, чем в среде OPM Sagi DPM. В то же время содержание (%) гликоформ G1F, G1'F, G2F в средах OPM Star DPM и OPM Altair DPM меньше, чем в среде OPM Sagi DPM.

Список источников

1. Barrett S., Boniface R., Dhulipala P., Slade P., Tennico Y., Stramaglia M., Lio P., Gorfien S. Attaining next level titers in CHO fed-batch cultures. Bioproc. Int. 2012. Т. 10. С. 56.

2. Dotz V., Visconti A., Lomax-Browne H.J., Clerc F., Hipgrave Ederveen A.L., Medjeral-Thomas N.R., et al. O- and N-glycosylation of serum immunoglobulin A is associated with IgA nephropathy and glomerular function. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2021. T. 32. C. 2455–2465. DOI: 10.1681/ASN.2020081208/-/DCSUPPLEMENTAL.
3. Hauser M.A., Kindinger I., Laufer J.M., Späte A.-K., Bucher D., Vanes S.L., et al. Distinct CCR7 glycosylation pattern shapes receptor signaling and endocytosis to modulate chemotactic responses. *J. Leukoc. Biol.* 2016. T. 99. C. 993–1007. DOI: 10.1189/jlb.2VMA0915-432RR.
4. Lu R.M., Hwang Y.C., Liu I.J., et al. Development of therapeutic antibodies for the treatment of diseases. *J. Biomed. Sci.* 2020. T. 27 (1). C. 1. DOI: 10.1186/s12929-019-0592-z.
5. Messner P. Bacterial glycoproteins. *Glycoconj. J.* 1997. T. 14. C. 3–11. DOI: 10.1023/A:1018551228663/METRICS.
6. Varki A., Kornfeld S. Historical background and overview. *EU Gas Secur. Architecture.* 2022. C. 5–25. DOI: 10.1101/GLYCOBIOLOGY.4E.1.
7. Reinhart D., Damjanovic L., Sommeregger W., Gili A., Schafellner S., Castan A., Kaisermayer C., Kunert R. Influence of cell culture media and feed supplements on cell metabolism and quality of IgG produced in CHO-K1, CHO-S, and CHO-DG44. *BMC Proc.* 2015. T. 9. C. P36. DOI: 10.1186/1753-6561-9-S9-P36.
8. Rudd P.M., Elliott T., Cresswell P., Wilson I.A., Dwek R.A. Glycosylation and the immune system. *Science.* 2001. T. 291. C. 2370–2376. DOI: 10.1126/SCIENCE.291.5512.2370.
9. Sołkiewicz K., Kacperczyk M., Krotkiewski H., Jędryka M., Kratz E.M. O-glycosylation changes in serum immunoglobulin G are associated with inflammation development in advanced endometriosis. *Int. J. Mol. Sci.* 2022. T. 23. DOI: 10.3390/IJMS23158087.
10. Wieland F. Structure and biosynthesis of prokaryotic glycoproteins. *Biochimie.* 1988. T. 70. C. 1493–1504. DOI: 10.1016/0300-9084(88)90286-6.

© Колохина А. А., Вольнова Е.П., 2025

Научная статья

УДК 543.054: 579.82: 543.545.2: 535.243

Особенности пробоподготовки генетического материала бактериальных культур для геномного секвенирования на платформах 2-го и 3-го поколения

Елена Викторовна Кондратьева, Наталья Валентиновна Кичемазова, Ольга Сергеевна Ларионова, Валентина Анатольевна Федорова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Для проведения молекулярно-генетических исследований требуется наличие качественных данных NGS-секвенирования, поэтому следует тщательно подходить к методу пробоподготовки ДНК. В настоящей работе описаны первоначальные стадии для подготовки ДНК бактерии *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* TC-177 для проведения NGS-секвенирования. Качество выделенной ДНК было подтверждено методами спектрофотометрии и электрофореза в 0,8 % агарозном геле.

Ключевые слова: NGS-2, NGS-3, секвенирование ДНК, пробоподготовка, электрофорез, спектрофотометрия

Characteristics of sample preparation of genetic material from bacterial cultures for the 2nd and the 3rd generation sequencing platforms

Elena V. Kondratyeva, Natalya V. Kichemazova, Olga S. Larionova, Valentina A. Feodorova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract.

Molecular genetic studies require high-quality NGS sequencing data, highlighting a careful consideration for a DNA sample preparation method. This paper describes the initial steps for preparing DNA of *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* for NGS sequencing. The high quality of the isolated DNA was confirmed by both spectrophotometry and electrophoresis in 0.8% agarose gel.

Keywords: NGS-2, NGS-3, DNA sequencing, sample preparation, electrophoresis, spectrophotometry

Введение. Сальмонеллез сельскохозяйственных животных (СХЖ) и птиц – опасная распространенная бактериальная инфекция, заражению которой подвержен и человек [1]. Наиболее часто инфицирование происходит в результате употребления продуктов животноводства (молоко, яйца, мясо),

контаминированных бактериями - возбудителями этой инфекции. Наряду с ветеринарно-санитарными мероприятиями в животноводческих хозяйствах и на птицефабриках, важным способом профилактики сальмонеллеза является вакцинация. Для борьбы с сальмонеллезом используются три основных типа вакцин: живые аттенуированные, убитые и субъединичные. Трудности разработки эффективных вакцин против сальмонеллеза в основном связывают с разнообразием сероваров (более 2500). Так, вакцины, содержащие в себе бактерии только одного сероварианта сальмонелл, как правило, не обеспечивают перекрестной защиты от других штаммов, независимо от того, насколько велико антигенное сходство между ними. Таким образом, задача разработки и конструирования вакцин для борьбы с сальмонеллезом является актуальной. Вакцины нового поколения, создание которых возможно методами генетической инженерии, должны иметь ряд преимуществ по сравнению с живыми и инактивированными цельноклеточными (вакцинами «первого» поколения): индуцировать длительный протективный иммунный ответ, быть безвредными для животных, не вызывать побочных реакций организма и обладать высокой иммуногенностью. Для конструирования таких вакцин требуются изучение молекулярно-генетических характеристик штаммов сальмонелл, используемых в качестве вакцинных, анализ которых позволит осуществить подбор молекулярных таргетов, кодирующих протективные белки микроорганизма. Первоначальным этапом данного исследования является получение ДНК вакцинного штамма *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* TC-177 для его дальнейшего секвенирования [2].

Целью работы явилось выделение и очистка генетического материала штамма *S. Typhimurium* TC-177 с помощью классического протокола для получения ДНК, удовлетворяющего требованиям к образцам для NGS-секвенирования.

Методика исследований. В работе использовали чистую культуру *S. Typhimurium*, которую выращивали на мясопептонном агаре (МПА) при температуре 37 °С в течение 18 ч. Выделение ДНК проводили набором DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, США) в соответствии с инструкцией производителя. Оценку качества выделенной ДНК контролировали на спектрофотометре Shimadzu UV-1280 (Япония) при использовании программы DNA Quantitation [3], позволяющей проводить измерение коэффициентов поглощения раствора ДНК при двух длинах волн 260 и 280 нм. Горизонтальный электрофорез проводили в 0,8 % агарозном геле (ООО «Компания Хеликон», Россия) с добавлением бромистого этидия (ООО «Биолабмикс», Россия), с использованием камеры SE-1 (ООО «Компания Хеликон», Россия), лабораторного источника питания для электрофоретических камер Эльф-4 (ДНК-Технология, Россия), маркеров длин ДНК FastRuler Low Range DNA Ladder (Thermo Scientific, США), ТЕ-буфера (ЗАО «Евроген», Россия) 10 мМ Трис-НСl, 1 мМ EDTA (pH 8.0). Полученный гель анализировали с помощью гель-документирующей системы ChemiDoc MP (BioRad, США).

Результаты исследований. В результате проведенной пробоподготовки

была получена ДНК штамма *S. Typhimurium* ТС-177. Оптическое поглощение образца ДНК составило $A_{260/280}=1,8$. При электрофоретическом разделении выявлена одна четкая и компактная полоса размером более 1000 п.о. с отсутствием «шлейфа» по длине дорожки геля, что указывает на отсутствие деградации образца и высокое качество изолированной ДНК.

Выводы. Пробоподготовка генетического материала бактериальных вакцинных штаммов крайне важна для получения качественных прочтений на платформах NGS-2, NGS-3 и проведения дальнейших этапов молекулярно-генетического анализа с поиском молекулярных таргетов, индуцирующих адекватный иммунный ответ в организме животных и птиц. Это является необходимым для разработки ветеринарных вакцин нового поколения, в том числе, против сальмонеллеза сельскохозяйственных животных и птиц. В результате настоящей работы посредством классического протокола был получен образец ДНК вакцинного штамма *S. Typhimurium* ТС-177, удовлетворяющей качеству образцов для проведения секвенирования на платформах 2-го и 3-го поколения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 22-16-00165-П.

Список источников

1. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/current/chapitre_oie_listed_disease.pdf
2. Кичемазова Н.В., Чупинина В.А., Ларионова О.С., Федорова В.А. Вакцинопрофилактика сальмонеллеза в Российской Федерации // Ветеринария. 2024. № 11. С. 11-16.
3. https://www.shimadzu.com/an/sites/shimadzu.com.an/files/pim/pim_document_file/brochures/10381/c101-e130.pdf

© Кондратьева Е.В., Кичемазова Н.В., Ларионова О.С., Федорова В.А., 2025

Исследование структурно-механических свойств полуфабриката на основе обезжиренного молока с использованием экстракта корня солодки

Наталья Викторовна Кравченко

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»,
г.Донецк

Аннотация. В статье представлены результаты исследований структурно-механических свойств полуфабриката на основе обезжиренного молока с использованием экстракта корня солодки. Такие исследования будут способствовать разработке и совершенствованию технологий пищевой продукции высокого качества.

Ключевые слова: экстракт, корень солодки, структурно-механические свойства

Investigation of the structural and mechanical properties of a semi-finished product based on skimmed milk using licorice root extract

Natalia V. Kravchenko

FSBEI HE «Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky», Donetsk

Abstract. The article presents the results of studies of the structural and mechanical properties of a semi-finished product based on skimmed milk using licorice root extract. Such research will contribute to the development and improvement of high-quality food technologies.

Keywords: extract, licorice root, structural and mechanical properties

В нашей стране и за рубежом накоплен большой опыт по использованию растительного сырья в качестве добавок в технологиях продуктов питания. Использование натурального растительного сырья для формирования структурно-механических свойств готовой продукции позволяет одновременно повысить качество и расширить ассортимент пищевых продуктов, а также рационально использовать местные ресурсы [1].

Традиционная технология промышленного производства таких продуктов, как сливочное масло, твердый сыр, кисломолочный сыр и казеин, неминуемо связана с получением побочных продуктов - обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Эти продукты являются ценным белково-углеводным молочным сырьем, которое ошибочно относят ко вторичным ресурсам молочной промышленности.

С целью получения качественной десертной продукции, с достаточно низкой себестоимостью и повышенной биологической ценностью, придания изделиям лечебно-профилактических свойств, а также для сокращения технологического процесса производства продукции был разработанный полуфабрикат на основе обезжиренного молока, в состав которого входит экстракт корня солодки [2].

На кафедре технологии и организации производства продуктов питания имени А.Ф. Коршуновой были исследованы следующие свойства полуфабриката на основе обезжиренного молока с использованием экстракта корня солодки: гигроскопичность, влажность, средний размер частиц порошка, объемная масса полуфабриката, угол откоса. Исследование этих свойств имеет практическое значение для характеристики разработанного полуфабриката и рекомендаций по его хранению и использованию [3].

В связи с тем, что полученный полуфабрикат на основе обезжиренного молока с экстрактом корня солодки представляет собой порошкообразную смесь, необходимо учитывать влияние влаги на физические свойства полуфабриката. Поэтому, были исследованы гигроскопические свойства сухих смесей.

При хранении поверхность гранул полуфабриката покрыта моно- и полимолекулярным слоем молекул воды. За счет высокой дисперсности частиц полуфабрикат имеет хорошую пористость и растворимость. При этом образуются микро- и макропоры, в которых адсорбируется влага. При относительной влажности воздуха до 70% полуфабрикат агрегируется и сохраняет при этом сыпучесть, а при влажности от 75% - порошок начинает слеживаться с образованием комочков. Поэтому для хранения разработанного полуфабриката необходимо использовать герметическую тару.

Результаты зависимости влажности сухого полуфабриката от относительной влажности воздуха при температуре воздуха 20°C приведенные на рисунке 1.

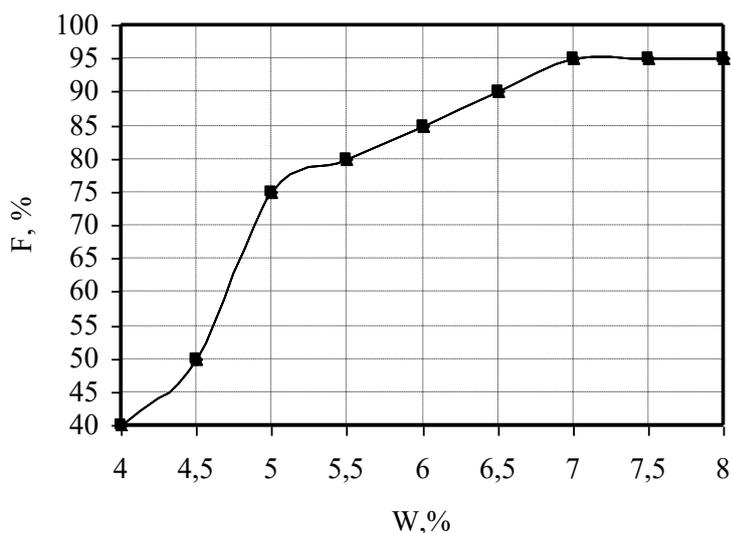


Рисунок 1. Зависимость влажности полуфабриката от относительной влажности воздуха.

Из рисунка 1 следует, что при изменении относительной влажности воздуха от 40 до 75% влажность полуфабриката увеличивается в среднем от 4 до 5%, при чем полуфабрикат проявляет хорошие сыпучие свойства на всех участках изменений относительной влажности воздуха.

В дальнейшем были проведены исследования структурно механических показателей полуфабриката, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Структурно-механические показатели полуфабриката

Полуфабрикат на основе обезжиренного молока с экстрактом корня солодки	Средний размер частиц порошка, мкм	Объемная масса, кг/м ³	Угол природного откоса, град
	2,14-6,56	475	47

На основании полученных данных и ранее проведенных исследований можно рекомендовать рациональные условия хранения полуфабриката.

Перспективой дальнейших исследований является отработка ассотимента продукции на основе полуфабриката, а также проведение исследований по расчету гликемического индекса, так как использование экстракта позволяет избежать добавления в рецептуру сахарного компонента, что способствует не только увеличению пенообразующей способности, а также использованию полуфабриката в диетическом и лечебно-профилактическом питании.

Список источников

1. Влияние полуфабриката из нетрадиционного растительного сырья на биологические объекты / Ю. В. Османова, Н. В. Кравченко, С. В. Владимиров, Т. А. Милохова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 4. – С. 210-213. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-4-210-213. – EDN WNWYAU.

2. Кравченко, Н. В. Исследование химического состава и биологической ценности полуфабриката на основе обезжиренного молока с экстрактом корня солодки / Н. В. Кравченко // Инновационные технологии в науке и образовании (Конференция "ИТНО 2022") : Сборник научных трудов X Юбилейной международной научно-практической конференции, с. Дивноморское, 26 сентября – 02 2022 года / Редколлегия: Ю.Ф. Лачуга [и др.]. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "ДГТУ-ПРИНТ", 2022. – С. 107-111. – DOI 10.23947/itse.2022.107-111. – EDN JRCNXT.

3. Кравченко, Н. В. Использование полуфабриката на основе обезжиренного молока с экстрактом корня солодки в технологии производства самбука / Н. В. Кравченко // Инновационные технологии в пищевой промышленности : Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием, Самара, 14–16 апреля 2016 года. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2016. – С. 56-58. – EDN VYDGUP.

© Кравченко Н.В., 2025

Способы хранения микроорганизмов – проблемы и перспективы

Дарья Игоревна Лучникова, Татьяна Владиславовна Спирихина, Заур Юрьевич Хапцев, Сергей Владимирович Иващенко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье приведены основные методы сохранения музейных штаммов микроорганизмов, а также практикуемых в международных, национальных и университетских коллекциях. Описаны факторы, имеющие значение при выборе метода хранения. Показано сравнение между всеми методами, указаны их отличия и недостатки.

Ключевые слова: субкультивирование, хранение в воде, хранение замораживанием, криоконсервация, L-высушивание, лиофилизация

Methods of storing microorganisms - problems and prospects

Daria I. Luchnikova, Tatiana V. Spiriakhina, Zaur Yu. Khaptsev, Sergei V. Ivaschenko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article presents the main methods of preserving museum strains of microorganisms, as well as those practiced in international, national and university collections. The factors that are important when choosing a storage method are described. The comparison between all the methods is shown, their differences and disadvantages are indicated.

Keywords: subcultivation, storage in water, storage freezing, cryopreservation, L-drying, lyophilization

Введение. Специалисты исследовательских центров, практических лабораторий, а также музейных коллекций ежедневно сталкиваются с потребностью длительного хранения микроорганизмов. Обеспечение жизнеспособности микроорганизмов и сохранение их типичных свойств в процессе хранения являются важными условиями любой научной или практической работы. Однако создание оптимальных условий для надёжного хранения микроорганизмов представляет собой пока еще не решенную проблему, которая требует дальнейшего изучения.

1.1 Некоторые способы сохранения музейных штаммов

В качестве основных выделяют следующие методы сохранения культур:

1. Хранение на питательных средах (субкультивирование). Культуры хранят в стеклянных пробирках на скошенной агаризованной питательной среде. Пробирки закрывают целлюлозными или ватно-марлевыми пробками, для уменьшения высыхания среды оборачивают парафильмом и помещают в холодильник с температурой 5-8 °С.

2. Хранение под слоем минерального масла. Слой масла защищает культуры от высыхания и ограничивает доступ кислорода воздуха. Обычно применяют вазелиновое масло (плотность 0,8-0,9 г/см³).

3. Криоконсервация. Емкости с микроорганизмами помещают в морозильную камеру при температуре от минус 10 °С до минус 20 °С. Этот метод позволяет продлить сохранность штаммов и уменьшить вероятность их загрязнений.

4. Лиофилизация (сублимационное высушивание). Биоматериал высушивают из замороженного состояния в условиях вакуума без оттаивания льда, что не нарушает первичную структуру материала или организма.

Выбор подходящего метода сохранения музейных штаммов зависит от конкретных условий и целей [6].

1.2 Факторы, влияющие на выбор метода

При выборе метода стоит учитывать несколько следующих факторов:

1. Тип микроорганизмов. Для разных видов подходят различные методы, например, для мицелиальных грибов пересев на свежую среду проводится примерно один раз в шесть месяцев, а бактерий – ежемесячно.

2. Длительность хранения. Для краткосрочного хранения можно использовать субкультивирование и метод хранения на образцах биоповреждаемых материалов. Это один из краткосрочных методов хранения культур микроорганизмов. Например, штаммы вида *Aspergillus flavus* хранят на небольших образцах хлопчатобумажной ткани без пропитки, которые помещают в стерильные чашки Петри и держат в холодильнике при температуре 5-8 °С. Преимуществом данного метода является возможность сохранения физиологических свойств микроорганизма-деструктора, в частности, его способности развиваться за счёт компонентов материала. Для долгосрочного хранения применяют криогенное замораживание и лиофилизацию.

3. Возможность изменения свойств культуры. При сохранении в питательных средах некоторые свойства и признаки микроорганизмов могут измениться, что может обесценить коллекционные культуры.

4. Также при выборе метода стоит ориентироваться на доступность и возможность реализации определённых условий, например, наличия оборудования для криоконсервации или возможности обеспечить необходимые температуры для хранения под слоем минерального масла.

Таким образом, выбор метода должен быть индивидуальным и учитывать конкретные особенности музейных штаммов [2].

2.1 Методы непродолжительного хранения микроорганизмов

Методы непродолжительного хранения являются одними из самых простых, не требующих дорогостоящего оборудования. К ним относятся:

1. Субкультивирование – относится к старейшим методам хранения микроорганизмов как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Интервал между пересевами зависит от выбранного микроорганизма, используемой среды, а также температурных условий хранения. С помощью данного метода возможно сохранять штаммы без пересевов 3-5 месяцев. Данный метод общедоступен и позволяет с легкостью контролировать чистоту штаммов. Недостатками метода являются: необходимость соблюдения регламентов пересевов, риски потерь культур, значительные затраты сред.

2. Хранение в воде и водно-солевых растворах. Данный метод применим для большинства микроорганизмов, если их нужно сохранить около месяца. В данном методе велика вероятность загрязнения штаммов вследствие благоприятных условий для грибной микрофлоры.

3. Хранение замораживанием. Такой способ хранения не рекомендуется применять для криочувствительных бактерий из-за высокой вероятности генетического обмена между клетками, что может способствовать неконтролируемой селекции культуры. Средняя продолжительность жизни бактерий при данном методе: для палочковидных форм – до месяца, для кокковых форм – до полугода [1].

2.2 Методы длительного хранения микроорганизмов

Высокий эффект консервации в данных методах достигается за счёт того, что клетки, лишённые кислорода, переходят в состояние анабиоза. Ниже приведены некоторые из этих методов:

1. Консервация замораживанием при значительных низких температурах. Криоконсервация в жидком азоте или его паре является основным для большинства коллекционных культур. Этим методом консервируют актиномицеты, дрожжи, грибы, вирусы растений и животных и др. В ряде музеев бактериальные культуры хранятся при температуре до минус 86°C. Такую температуру обеспечивают современные морозильники и кельвинаторы. Есть и недостатки. Считается, что использование жидкого азота для длительного хранения микроорганизмов обходится очень дорого.

2. Консервирование высушиванием из жидкого состояния. Высушивание из жидкого состояния (L-высушивание) представляет собой вакуумную сушку образцов, находящихся в жидкой фазе (Liquid). Этот способ высушивания имеет несколько преимуществ перед лиофильным высушиванием и успешно был использован для консервации большой коллекции лабильных микроорганизмов в различных музеях. Однако для L-высушивания необходимо специализированное оборудование, позволяющее воспроизводить все параметры, значимые для щадящего обезвоживания микробных клеток (туннельные сушилки, ленточные сушилки, барабанные сушилки).

3. Консервирование высушиванием из замороженного состояния (лиофилизация) – является широко распространенным методом высушивания биоматериалов, при котором вода испаряется в условиях вакуума без оттаивания льда, что позволяет полностью сохранить первичную структуру объекта сушки. При использовании этого метода физиологически разнородные виды бактерий удается сохранить в жизнеспособном состоянии в течение 30 лет и более.

Для удобства сравнения краткая информация о каждом методе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение методов хранения микроорганизмов

Метод хранения	Время хранения	Преимущества метода	Недостатки метода
Субкультиви- рование	3-5 месяцев	Простота исполнения; Лёгкость контроля чистоты штаммов	Необходимость соблюдения регламентов пересевов; Риск загрязнения культуры; Риск потери культуры
Хранение в воде и водно-солевых растворах	1 месяц	Простота исполнения; Переход микробных клеток в покоящееся состояние	Риск загрязнения грибной микрофлорой
Замораживание	1 месяц для палочковидных форм 6 месяцев для кокковых форм	Длительная сохранность штаммов; Уменьшение вероятности загрязнения штаммов	Не рекомендован для криочувствительных бактерий
Замораживание при низких температурах	6-24 месяцев	Низкая скорость отмирания	Высокая стоимость жидкого азота
Высушивание из жидкого состояния	8-24 месяцев	Низкий риск генетических изменений; Защита клеток от чрезмерного высыхания; Замедление биохимических реакций	Необходимость в специализированном оборудовании

Высушивание из замороженного состояния	Более 30 лет	Длительная сохранность жизнеспособности прихотливых микроорганизмов	Необходимость в дорогостоящем оборудовании; Возможность задержки роста и пигментообразования у культур
--	--------------	---	---

Из вышеизложенного понятно, что традиционные методы обладают множеством недостатков и не обеспечивают сохранение культур в обычных условиях без специального оборудования.

Если речь идёт о специализированных институтах, поддержание и хранение культур не является проблемой. Например, во Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) для длительного сохранения культур используют такие методы:

1) Лиофилизация. Этот метод применяют для поддержания жизнеспособности около 80% фонда мицелиальных грибов ВКМ.

2) Криоконсервация. Замораживание ультрабыстрым способом и последующее хранение в жидком азоте при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ позволяет сохранять значительную часть культур грибов в течение длительного времени.

Кроме того, для хранения микроорганизмов используют периодические пересевы, хранение под минеральным маслом, высушивание и другие методы.

Если же мы говорим о мало оснащённых лабораториях, не имеющих оборудования для лиофилизации и криоконсервации, вопрос о новых простых и надёжных методах поддержания микробных коллекций остаётся открытым. В этом направлении заслуживают внимания работы по иммобилизации микробных клеток на различных носителях [4].

На данный момент установлено, что иммобилизация культуры *Azospirillum brasilense* Sp Cd на алюмосиликатном носителе – глауконите позволяет сохранить концентрацию микроорганизмов в пределах установленной нормы в течение года в обычных условиях, при комнатной температуре. То есть, иммобилизация на глауконите данной культуры является эффективным способом её хранения [5].

Описано хранение и других иммобилизованных культур (*Agrobacterium radiobacter* 204, *Rhizobium leguminosarum* биовар *trifolii*, *Flavobacterium fulvum* L 30) на глауконите. В лабораторных условиях жизнеспособность таких иммобилизованных культур достигает четырёх месяцев [3].

Можно предположить, что иммобилизация бактериальных культур на стерильной глауконитовой муке станет ещё одним из действенных методов сохранения жизнедеятельности микроорганизмов. Иммобилизация не требует специального оборудования, может быть осуществлена в стандартной бактериологической лаборатории, а хранятся иммобилизованные культуры при комнатной температуре в сухом тёмном месте.

Список источников

1. Баранов А. М., Детушев К. В., Похиленко В. Д. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов и тенденции развития // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – № 4. – С. 99-121.
2. Бобырева Т.В., Кривушина А.А., Николаев Е.В., Яковенко Т.В. Методы хранения микроорганизмов-деструкторов в коллекции ФГУП «ВИАМ» // Авиационные материалы и технологии. – 2019. – № 3. – С. 89-94.
3. Горельникова Е. А., Ларионова О. С., Хапцев З. Ю. [и др.] Биотехнологические подходы к использованию глауконита в сельском хозяйстве // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 5. – С. 11-15.
4. Сержантов В.Г., Хапцев З.Ю. Средство на основе глауконита для иммобилизации живых бактериальных клеток: пат. РФ № 2779935; заявл. 24.03.2022; опубл. 15.09.2022.
5. Соловьёва А. А., Спирихина Т. В., Хапцев З. Ю., Сержантов В. Г., Иващенко С. В. Разработка новой препаративной формы биоудобрения на основе *Azospirillum brasilense* // Зыкинские чтения. – 2024. – С. 155-159.
6. Утешева А. А. Подбор методов длительного хранения коллекционных штаммов микромицетов и дрожжей // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 4. – С. 494-498.

© Лучникова Д. И., Спирихина Т. В., Хапцев З. Ю., Иващенко С. В., 2025

Сравнительная эффективность разных схем лечения мочекаменной болезни у кошек

Ксения Дмитриевна Лысова, Олег Маратович Алтынбеков
Башкирский государственный аграрный университет,
г. Уфа

Аннотация. Объектом исследования стали кошки, доставленные в ветеринарную клинику «Евровет» с симптомами мочекаменной болезни. Диагноз устанавливался на основе анализа истории болезни, клинических проявлений, ультразвукового обследования и лабораторных тестов. Чтобы сравнить эффективность двух методов лечения, были созданы две группы кошек. Обе схемы лечения оказались эффективными – полное выздоровление наблюдалось у всех животных. Тем не менее, кошки опытной группы, в которой применялся препарат «Уролекс», выздоравливали быстрее

Ключевые слова: кошки, мочекаменная болезнь, лечение, Уролекс, Стоп-цистит

Comparative effectiveness of different treatment regimens for urolithiasis in cats

Ksenia D. Lysova, Oleg M. Altynbekov
Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract. The object of the study was cats brought to the Eurovet veterinary clinic with symptoms of urolithiasis. The diagnosis was established based on the analysis of medical history, clinical manifestations, ultrasound examination and laboratory tests. To compare the effectiveness of the two treatments, two groups of cats were created. Both treatment regimens proved to be effective – complete recovery was observed in all animals. Nevertheless, the cats of the experimental group, in which the drug "Urolex" was used, recovered faster.

Keywords: cats, urolithiasis, treatment, Urolex, Stop cystitis

Одно из распространённых заболеваний среди кошек — это мочекаменная болезнь, которая часто возникает вследствие неправильных условий содержания и питания питомцев. Нарушения обмена веществ, возникающие в результате этих факторов, ослабляют иммунитет кошки, нарушают работу жизненно важных органов и систем её организма, что негативно отражается на общем состоянии здоровья и жизнеспособности. Мочекаменная болезнь может привести к снижению активности животного, ухудшению аппетита и другим серьёзным последствиям, включая развитие хронической почечной

недостаточности. Кроме того, такие болезни ухудшают качество жизни кошки и могут стать причиной преждевременной гибели [1,2,3].

В связи с вышеизложенным, целью исследования явилась оценка эффективности методов лечения мочекаменной болезни кошек в условиях ветеринарной клиники «Евровет» г. Уфы.

Для достижения поставленной цели, были определены следующие задачи:

1. Провести диагностику мочекаменной болезни у кошек.
2. Оценить терапевтическую эффективность выбранных методов лечения мочекаменной болезни у кошек.

Объектом исследования являлись кошки, больные мочекаменной болезнью. Для научного эксперимента были сформированы две группы кошек, каждая из шести особей весом от трех до семи килограммов. Методы лечения в обеих группах различались.

Схема применения препаратов в экспериментальных группах кошек представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схемы лечения мочекаменной болезни у кошек

Группа кошек (n=6)	Используемые препараты	Дозировка, кратность применения
1	Амоксициллин	1 мл на 10 килограмм 1 раз в день 5 дней
	Папаверин	0,1 мл на 1 кг массы тела, 2 раза в день, 5 дней
	Викасол	¼ табл. на 1 кг массы тела, 1 раз в день, 2 дня
	Уролекс	0,1 мл (3 капли) на 1 кг массы тела, 3 раза в день, 20 дней
2	Амоксициллин	1 мл на 10 килограмм 1 раз в день 5 дней
	Папаверин	0,1 мл на 1 кг массы тела, 2 раза в день, 5 дней
	Викасол	¼ табл. на 1 кг массы тела, 1 раз в день, 2 дня
	Стоп-цистит	1 табл. (кошкам до 5 кг) 2 раза в день, 14 дней

Как видно из таблицы, принципиальное различие в схемах лечения заключается в применении литолитического препарата.

Обеим группам кошек была назначена диетотерапия. Корма с маркировкой s/d (Struvite Diet) предназначены для растворения крупных и мелких струвитных уролитов и используются только в период лечения. Корма с пометкой c/d (Concretion Diet) предотвращают формирование новых струвитных камней и уретральных пробок. Они подходят для начального этапа лечения цистита и мочекаменной болезни, а также для долгосрочного питания. Продукты с обозначением x/d (Oxalate Diet) применяются для профилактики заболеваний нижних мочевыводящих путей и образования оксалатных мочевого камней.

Для диагностики мочекаменной болезни мы опирались на анамнестические данные, результаты клинических и лабораторных исследований.

Клиническое исследование включало оценку общего состояния, температуры тела, поведения животного и результаты пальпации органов мочевыделительной системы. Окончательный диагноз ставился на основании биохимического анализа мочи, а в некоторых случаях использовалось УЗИ.

Динамика выздоровления кошек отражена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика выздоровления кошек опытных групп

Клинические признаки	Количество кошек с клиническими признаками болезни	
	1 группа	2 группа
1-ый день лечения		
Боль	6	6
Гематурия	6	6
Затрудненное мочеиспускание	6	6
3-ий день лечения		
Боль	5	6
Гематурия	5	5
Затрудненное мочеиспускание	4	4
5-ый день лечения		
Боль	2	3
Гематурия	1	3
Затрудненное мочеиспускание	0	1
8-ой день лечения		
Боль	0	1
Гематурия	0	2
Затрудненное мочеиспускание	0	0
13-ый день лечения		
Боль	0	0

Гематурия	0	0
Затрудненное мочеиспускание	0	0

В первой группе кошек, лечение которых включало использование препарата Уролекс, результаты были следующими: на восьмой день исследования клинические симптомы исчезли, а микроскопия осадка мочи показала отрицательные результаты. Владельцы продолжали кормить животных кормом линейки «Urinary», строго контролируя порции еды и потребление воды.

Во второй группе, где применялся препарат Стоп-цистит, результаты выглядели так: на 10 день исследования клинические признаки исчезли у всех кошек, а количество осадка в моче существенно сократилось. На 13 день микроскопия осадка мочи также дала отрицательные результаты. Владельцы кошек также придерживались диеты с кормом линейки «Urinary», контролируя объемы пищи и потребления воды.

Исходя из проведенного исследования и анализа сравнительной эффективности обеих схем, оба метода лечения показали положительные результаты. Однако лечение с использованием препаратов первой группы привело к более быстрому выздоровлению, демонстрируя тем самым большую терапевтическую эффективность.

Список источников

1. Артамонов, А.А. Мочекаменная болезнь у кошек / А.А. Артамонов. // Молодежная наука 2020: технологии, инновации. – Пермь, 2020. – С. 6-9.
2. Богданова, М.С. Мочекаменная болезнь кошек / М.С. Богданова, М.А. Ладанова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 54-55.
3. Сапа, В.А. Использование различных программ лечения мочекаменной болезни у кошек и котов / В.А. Сапа, Г.Х. Хайров // Актуальные проблемы современной науки в 21 веке: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. – Махачкала, 2017. – С. 44-46.

© Лысова К.Д., Алтынбеков О.М., 2025

Оценка эффективности питательных сред на основе панкреатического гидролизата казеина лабораторного изготовления для культивирования производственных штаммов *Vibrio cholerae*

Илья Андреевич Мальков¹, Константин Игирович Холматов¹, Владимир Александрович Бенцлер¹, Руслан Римович Салихов¹, Наталия Георгиевна Авдеева¹, Юлия Игоревна Самохвалова¹, Оксана Александровна Волох^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, г. Саратов

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов

Аннотация. Проведена апробация и оценка эффективности питательных сред, изготовленных из экспериментальной серии панкреатического гидролизата казеина в условиях малообъемного культивирования и в лабораторном ферментере при культивировании производственных штаммов *V. cholerae*. Сравнительный анализ динамики роста и показателей активности протективных антигенов и холерного токсина показал, что ключевые свойства экспериментальной серии панкреатического гидролизата казеина не уступают коммерческому препарату. Установлено, что при меньшей конечной концентрации микробных клеток в экспериментальных питательных средах активность О-антигена и холерного токсина сохранялась на том же уровне, что и в питательных средах, изготовленных из коммерческого панкреатического гидролизата казеина.

Ключевые слова: *Vibrio cholerae*, вакцина, панкреатический гидролизат казеина, питательная среда, глубинное культивирование.

Evaluation of the effectiveness of laboratory-made pancreatic casein hydrolysate-based nutrient media for the cultivation of production strains of *Vibrio cholerae*

I. A. Malkov¹, K. I. Kholmatorov¹, V. A. Benzler¹, R. R. Salikhov¹, N. G. Avdeeva¹, Yu. I. Samokhvalova¹, O. A. Volokh^{1,2}

¹Federal State Institution of Science Russian Scientific Research Anti-Plague Institute "Microbe" of Rospotrebnadzor, Saratov

² FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov», Saratov

Abstract. The approbation and evaluation of the effectiveness of nutrient media made from an experimental series of pancreatic casein hydrolysate under low-volume cultivation and in a laboratory fermenter during the cultivation of production strains of

V. cholerae have been carried out. A comparative analysis of the growth dynamics and activity indicators of protective antigens and cholera toxin has shown that the main properties of the experimental series of pancreatic casein hydrolysate are not inferior to the commercial media. It was found that with a lower final concentration of microbial cells in experimental nutrient media, the activity of O-antigen and cholera toxin remained at the same level as in nutrient media made from commercial pancreatic casein hydrolysate.

Keywords: *Vibrio cholerae*, vaccine, pancreatic casein hydrolysate, nutrient media, submerged cultivation.

Одним из самых значимых факторов при промышленном культивировании микроорганизмов является питательная среда (ПС). От ее состава зависит не только интенсивность деления клеток, но и активность протективных антигенов, выработка экзотоксинов, что напрямую влияет на выход конечного продукта. В соответствии с регламентом в процессе глубинного культивирования штаммов-продуцентов протективных антигенов *V. cholerae* при производстве холерной химической вакцины во ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» используется жидкая ПС на основе панкреатического гидролизата казеина (ПГК). Ранее была экспериментально обоснована эффективность ПС на основе сухого ПГК производства ГНЦ ПБМ Оболенск [1], которая использовалась в производственном цикле холерной химической вакцины в период проведения реконструкции участка изготовления белковых гидролизатов и питательных сред реакторным способом в 2022-2024 гг.

По завершению реконструкции на данном участке было установлено новое оборудование – паровые реакторы марки РВД производства ООО «Арт-Лайф Техно» (Россия) с рабочим объемом 120, 200 и 1000 л. В соответствии с правилами «Организации производства и контроля качества лекарственных средств», оборудование прошло квалификацию IQ/PQ и было использовано для изготовления экспериментальной серии ПГК. Экспериментальная серия ПГК лабораторного изготовления была изготовлена согласно требованиям производственной нормативной документации, физико-химические показатели качества соответствовали требованиям ГОСТ 29311-1992 «Гидролизаты панкреатические для бактериальных питательных сред. Общие технические условия» [2].

Целью работы является апробация и оценка эффективности ПС на основе экспериментальной серии ПГК лабораторного изготовления в условиях малообъемного культивирования производственных штаммов *V. cholerae*.

Из экспериментальной серии ПГК были изготовлены жидкие ПС, которые отличались наличием в составе 1 % пептона ферментативного и разным содержанием аминного азота: вариант 1а – $(0,15 \pm 0,01)$ %; вариант 1б – $(0,15 \pm 0,01)$ % + 1 % пептона; вариант 2а – $(0,17 \pm 0,01)$ %; вариант 2б – $(0,17 \pm 0,01)$ % + 1 % пептона; вариант 3а – $(0,20 \pm 0,01)$ %; вариант 3б – $(0,20 \pm 0,01)$ % + 1 % пептона. В качестве контроля – ПС на основе сухого ПГК производства ГНЦ ПБМ Оболенск: контроль 4а – $(0,15 \pm 0,01)$ %; контроль 4б – $(0,15 \pm 0,01)$ % + 1 %

пептона. Все варианты ПС имели рН (8,0±0,1), содержали NaCl – 0,5 %, Na₂HPO₄ – 0,06 % и соответствовали требованиям МУК 4.2.2316-08 «Методы контроля бактериологических питательных сред» [3].

В соответствии с регламентом при производстве холерной вакцины используются производственные штаммы *V. cholerae* O1 классического биовара: М-41 серовара Огава и 569В серовара Инаба. Для проведения эксперимента штаммы были получены из Государственной коллекции патогенных бактерий «Микроб». Культивирование проводилось при температуре 37 °С для штамма М-41 и 32 °С для штамма 569В в колбах объемом 250 мл в течение (18±1) ч и на лабораторном ферментёре объемом 1 л в течение (8±1) ч с аэрацией, автоматической подкормкой 40 % раствором глюкозы и стабилизацией уровня рН 10 % раствором аммиака [4]. Концентрацию микробных клеток измеряли турбидиметрическим способом по МакФарланду на денситометре DEN-1. Активность О-антигена бульонной культуры определяли по величине обратного титра в стандартной реакции диффузионной преципитации (РДП) и в реакции дот-иммуноанализа с сывороткой диагностической холерной O1 меченной золотыми наночастицами (ДИА ЗНЧ). Активность холерного токсина (ХТ) определяли по величине обратного титра с антитоксической холерной сывороткой (АХС) в РДП, в реакции пассивного иммунного гемолиза (РПИГ) и ДИА ЗНЧ.

Исследование было разделено на два этапа: на первом этапе проводилось малообъемное культивирование в колбах в условиях термостатируемого шейкер-инкубатора; на втором этапе культивирование проводилось на лабораторном ферментере с автоматическим поддержанием параметров культивирования. По результатам культивирования в колбах наибольшая концентрация микробных клеток наблюдалась в экспериментальной ПС с содержанием аминного азота 0,20 % (вариант 3а/3б). Однако, в экспериментальной ПС, с содержанием аминного азота 0,17 % (вариант 2а/2б), был отмечен высокий титр холерного токсина по сравнению с другими вариантами экспериментальных ПС. (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты анализа активности протекивных антигенов и холерного токсина на средах с разным содержанием аминного азота.

Штамм	М-41		569В				
	О-антиген		О-антиген		Холерный токсин		
	РД П	ДИ А ЗНЧ	РД П	ДИ А ЗНЧ	РД П	РПИ Г	ДИ А ЗНЧ
Вариант 1а	8	16	4	16	16	32	64
Вариант 1б	8	16	8	16	16	16	64
Вариант 2а	4	16	4	8	32	128	128
Вариант 2б	4	16	4	16	16	128	128
Вариант 3а	8	16	4	32	32	64	128
Вариант 3б	8	16	4	16	16	64	128
Контроль 4а	4	32	4	16	16	256	128

Контроль 4б	4	32	4	16	8	512	128
-------------	---	----	---	----	---	-----	-----

По литературным данным, наибольшая экспрессия холерного токсина у штаммов-продуцентов наблюдается в ПС с добавлением 1% пептона [5]. Поскольку штамм 569В является продуцентом ХТ, для его выработки необходимо наличие в ПС 1 % пептона. Соответственно для культивирования М-41 на втором этапе в качестве экспериментальной ПС использовался вариант 2а и контроль 4а, а для культивирования 569В – вариант 2б и контроль 4б.

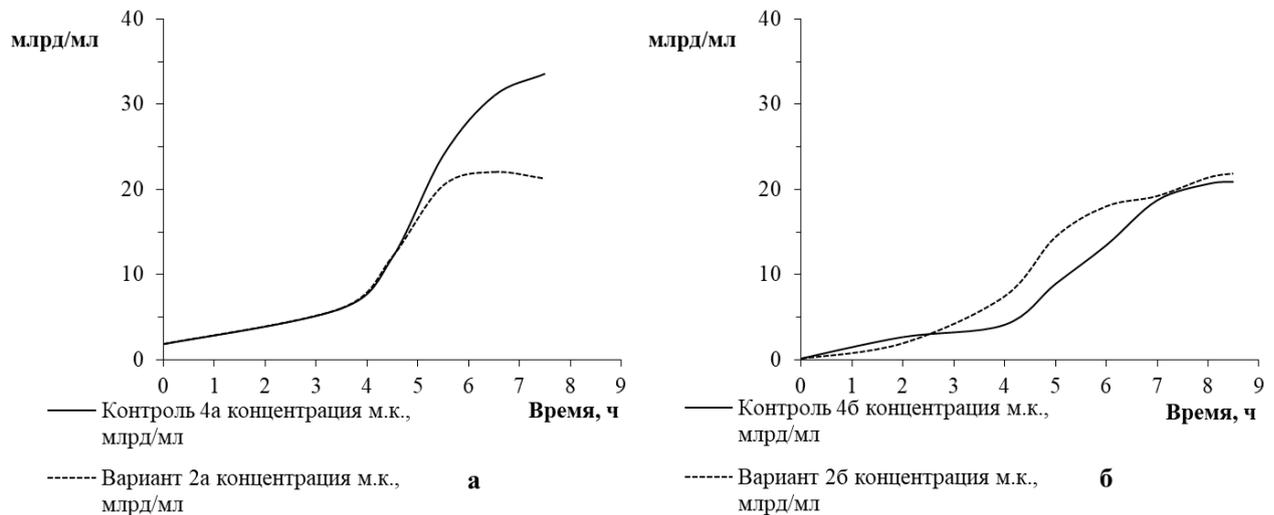


Рисунок 1. Динамика роста биомассы (а – *V. cholerae* М-41, б – *V. cholerae* 569В)

Во время культивирования на лабораторном ферментёре объемом 1 л наблюдалась схожая по сравнению с контролем динамика роста биомассы (рисунок 1). Несмотря на то, что окончательная концентрация микробных клеток штамма М-41 в экспериментальной ПС была ниже, чем в контроле, показатели содержания О-антигена были одинаковыми (таблица 2). Также нельзя не отметить более раннее наступление экспоненциальной фазы в экспериментальной ПС для штамма 569В.

Таблица 2 – Сравнение экспериментальной и коммерческой ПС по активности протективных антигенов и холерного токсина.

Штамм	М-41		569В				
	О-антиген		О-антиген		Холерный токсин		
	РД П	ДИ А ЗНЧ	РД П	ДИ А ЗНЧ	РД П	РПИ Г	ДИ А ЗНЧ
Экспериментальная серия ПГК	16	512	4	64	16	512	128
Контроль – коммерческий ПГК	16	512	4	64	16	128	64

Полученные в ходе исследования результаты показывают, что ПС изготовленные из экспериментальной серии ПГК при культивировании штаммов-продуцентов *V. cholerae* по ростовым свойствам и выходу ключевых продуктов – О-антигена и холерного токсина не уступают ПС изготовленным из сухого ПГК производства ГНЦ ПБМ Оболенск.

Список источников

1. Белякова Н. И. и др. Использование питательной среды на основе сухого гидролизата казеина в производстве холерной бивалентной химической вакцины //Проблемы особо опасных инфекций. – 2019. – №. 4. – С. 26-30.

2. ГОСТ 29311-1992 Гидролизаты панкреатические для бактериальных питательных сред. Общие технические условия. Введ.1993-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1992. 12 с.

3. МУК 4.2.2316-08. Методы контроля бактериологических питательных сред. – М : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 67 с.

4. Еремин С. А. и др. Повышение эффективности процесса культивирования производственных штаммов *Vibrio cholerae* – продуцентов протективных антигенов в производстве вакцины холерной химической таблетированной //Холера и патогенные для человека вибрионы. – 2013. – С. 241-243.

5. Волох О. А. и др. Изучение биокинетических особенностей и оптимизация условий культивирования штаммов холерного вибриона-продуцентов протективных антигенов, перспективных для внедрения в производство //Проблемы особо опасных инфекций. – 2008. – №. 1. – С. 52-55.

© Мальков И. А., Холматов К. И., Бенцлер В. А., Салихов Р. Р., Авдеева Н. Г., Самохвалова Ю. И., Волох О. А., 2025

Влияние различных концентраций патоки на рост и метаболические характеристики лактобактерий

Юлия Юрьевна Мельник, Екатерина Александровна Смирнова, Юлия Игоревна Пигарева

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,
г. Москва

Аннотация. Исследована возможность применения патоки как экономичного субстрата для культивирования лактобактерий (*Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus acidophilus* B-2991). Изучено влияние различных концентраций патоки на рост микроорганизмов методом стационарного жидкофазного культивирования. Чистота культур контролировалась посевом на ГМФ-агар. Результаты указывают на потенциал патоки для снижения стоимости промышленного производства пробиотиков.

Ключевые слова: патока, питательные среды, *Lactobacillus fermentum*, культивирование

The effect of different concentrations of molasses on the growth and metabolic characteristics of lactobacilli.

Ylia Y. Melnik, Ekaterina A. Smirnova. Ylia I. Pigareva

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biology-Master of Medical Sciences named after K.I. SKRYABIN, Moscow

Annotation. The possibility of using molasses as an economical substrate for the cultivation of lactobacteria (*Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus acidophilus* B-2991) has been investigated. The effect of different concentrations of molasses on the growth of microorganisms by stationary liquid phase cultivation has been studied. The purity of the crops was controlled by sowing on GMF-agar. The results indicate the potential of molasses to reduce the cost of industrial production of probiotics.

Keywords: molasses, nutrient media, *Lactobacillus fermentum*, cultivation.

Введение.

Патока, как продукт переработки крахмала, представляет собой интересный и многообещающий субстрат для промышленного культивирования лактобактерий. В последние годы наблюдается рост интереса к использованию альтернативных источников углерода в биотехнологии, что связано с необходимостью оптимизации производственных процессов и снижения затрат

на сырье. Патока, обладает высокой питательной ценностью и доступностью, становится все более актуальной в контексте современных требований к производству функциональных продуктов питания и пробиотиков.

Актуальность данной работы обусловлена растущим спросом на пробиотические продукты, которые способствуют поддержанию здоровья человека и улучшению пищеварения. Лактобактерии играют ключевую роль в формировании микрофлоры кишечника и обладают множеством полезных свойств. Патока, как источник углерода, может значительно улучшить условия для роста и размножения этих микроорганизмов, что делает ее перспективным объектом для исследования. Патока, являющаяся побочным продуктом производства сахара, демонстрирует значительный потенциал в качестве субстрата для промышленного культивирования лактобактерий. В современных условиях широко используется свекловичная меласса, содержащая до 50% углеводов, что делает ее доступным источником углерода [1]. Анализ источников углерода необходим для оптимизации процесса культивирования лактобактерий. Патока, обладая высокой концентрацией углеводов и доступностью, становится привлекательным субстратом. В то время как традиционные источники углерода, такие как сахарозный сироп и глюкоза, являются популярными, использование патоки может предложить дополнительные преимущества и снизить затраты на питательные среды [2]. Исследования по культивированию лакто- и бифидобактерий с применением патоки и гидролизатов крахмалосодержащих сырьевых материалов обнаруживают существенные преимущества, связанные с использованием таких субстратов. Гидролизаты, разработанные на основе крахмала, могут существенно повысить эффективность получения питательных сред для различных штаммов бактерий, что подчеркивается в материале патента [3].

Цель исследования: Определить влияние различных концентраций патоки на рост и ключевые метаболические характеристики лактобактерий (*Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus acidophilus* B-2991) выявив оптимальную концентрацию для максимального роста специфических метаболических процессов, важных для пищевой промышленности и биотехнологии.

Материалы и методы исследования:

Использовали пробиотический штамм *Lactobacillus fermentum* (пробиотик Гепафор) и *Lactobacillus acidophilus* B-2991. Рабочие суспензии готовили серийными десятикратными разведениями в физиологическом растворе. Культивирование проводили в четырех модифицированных средах с различной концентрацией свекловичной мелассы (100, 300, 500 г/л) (кроме среды с 500 г/л, все содержали 0,5% обезжиренного молока) при 37-38 °С, pH 5,5-6,0 в течение 5-7 дней. Контроль чистоты культуры осуществляли посевом на ГМФ-агар с последующим визуальным и микроскопическим (окраска по Грамму) анализом.

Результаты и обсуждение:

Контроль частоты показал формирование колоний исследуемых штаммов (рисунок 1). Морфологический анализ образцов, полученных в ходе культивирования, проводился методом световой микроскопии с иммерсионной

системой (маслоймерсия, увеличение $\times 1000$ – $\times 1600$). *Lactobacillus acidophilus* В-2991 представлены грамположительными палочками с закруглёнными концами, встречающимися в виде одиночных клеток, пар или коротких цепочек (рис. 2). *Lactobacillus fermentum* также демонстрировали морфологию грамположительных палочек средних размеров с закруглёнными концами, расположенных одиночно или короткими цепочками (рис. 3). Полученные микроскопические данные подтверждают возможность культивирования исследуемых штаммов на питательных средах с добавлением патоки.

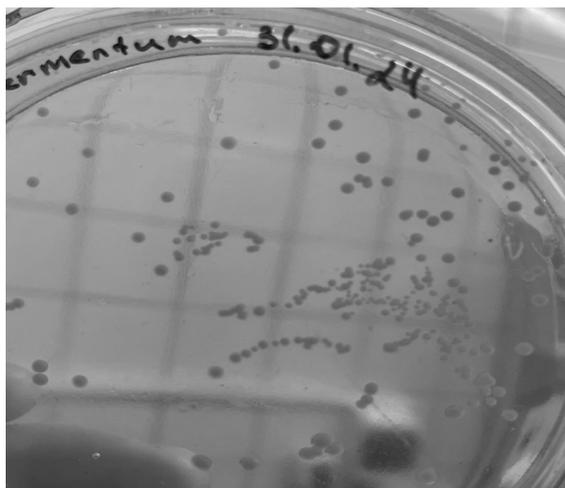


Рисунок 1- Культура *Lactobacillus fermentum*

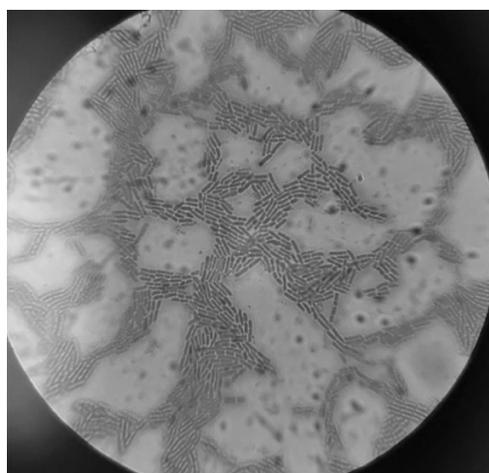


Рисунок 2- *Lactobacillus acidophilus*

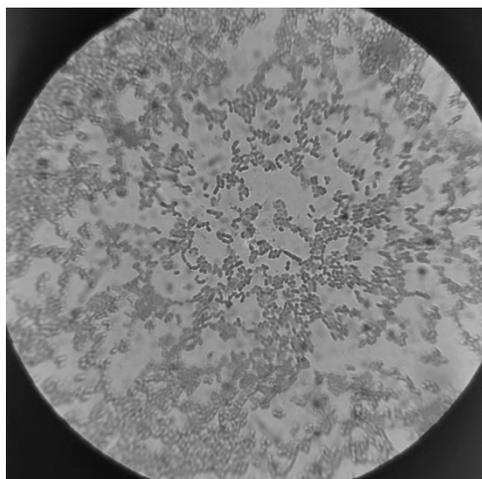


Рисунок 3- Lactobacillus fermentum

Количественный анализ роста и жизнеспособности исследуемых штаммов лактобактерий на модифицированных питательных средах с добавлением различных концентраций патоки и обезжиренного молока показал максимальные значения при соотношении патока : модифицированная питательная среда = 3:7. Морфологический анализ подтвердил наиболее интенсивный рост бактериальной популяции в этой группе.

Заключение.

Результаты исследования демонстрируют, что добавление патоки к модифицированной питательной среде с обезжиренным молоком стимулирует рост лактобактерий. Эти данные свидетельствуют о возможности использования патоки как экономически выгодной альтернативы в промышленном производстве пробиотиков, снижая затраты на питательные среды.

Список источников

1. Ягофаров Д. Ш. Применение крахмалосодержащего сырья в биотехнологической промышленности / Ягофаров Д. Ш. Канарский А. В. Сидоров Ю. Д. Канарская З. А. // Вестник Казанского технологического университета. -2012.- №12.

2. Смирнова И.Э. ПОДБОР ИСТОЧНИКОВ УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ /Смирнова И.Э. Бабаева Ш.А. Файзулина Э.Р. Татаркина Л.Г. Спанкулова Г.А. // Микробиология и вирусология. - 2022. - №2 -С. 37.

3. Патент № 2713273 С1 Российская Федерация, МПК С12N1/20 С12N9/14 С12N9/26 С12R1/225 С12R1/01. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БИФИДО- И ЛАКТОБАКТЕРИЙ: Заявка: 2018143793, 11.12.2018: опубл. 04.02.2020 Бюл. No 4 / Хромова Н. Ю. (RU), Кареткин Б. А. (RU), Грошева В. Д. (RU), Хабибулина Н. В. (RU), Шакир И. В. (RU), Панфилов В. И. (RU)

© Мельник Ю.Ю., Смирнова Е.А., Пигарева Ю.И., 2025

Особенности применения холодной атмосферной воздушной плазмы для очистки сточных вод в животноводстве

Макарим Махасимович Нафиков¹, Роза Рифатовна Хузина¹, Мансур Макаримович Нафиков²

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань.

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»,
г. Казань.

Аннотация. В статье приведены некоторые результаты исследований, проведенных по изучению влияния холодной атмосферной воздушной плазмы на обеззараживание сточных вод животноводства. Исследования проведены на кафедре биомедицинской инженерии и управления инновациями Инженерного института ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». Результатом проведенных исследований является создание устройства для обеззараживания сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой, и способа его использования, обеспечивающие в отношении устройства и в отношении способа: снижение технологической и технической сложности, что обуславливает снижение стоимости оборудования; исключение использования хлор-ионов, что приводит к уменьшению себестоимости производства и улучшению экологической ситуации; затрат энергии; не требуется дополнительного дорогостоящего оборудования для электрофлотации, что обуславливает низкую стоимость.

Ключевые слова: холодная атмосферная воздушная плазма, очистка сточных вод животноводства, экологическая безопасность производства

Features of the application of cold atmospheric air plasma for wastewater treatment in animal husbandry

Makarim M. Nafikov¹, Roza R. Khuzina¹, Mansur M. Nafikov²

¹Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan.

²Kazan State Agrarian University, Kazan.

Abstract. The article presents some results of studies conducted to study the effect of cold atmospheric air plasma on the disinfection of livestock wastewater. The studies were conducted at the Department of Biomedical Engineering and Innovation Management of the Engineering Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University. The result of the studies is the creation of a device for disinfecting livestock wastewater with cold atmospheric air plasma and a method for its use, which provide for the device and the method: reduced technological and technical complexity, which

leads to a decrease in the cost of equipment; elimination of the use of chlorine ions, which leads to a decrease in production costs and an improvement in the environmental situation; energy costs; no additional expensive equipment is required for electroflotation, which leads to a low cost.

Keywords: cold atmospheric air plasma, wastewater treatment in livestock farming, environmental safety of production

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых, проведенные с целью использования холодной плазмы для очистки сточных вод животноводства, показали, что она оказывает значительное влияние на различные физические, химические и биологические характеристики очищенной воды. Технология холодной плазмы является одним из видов нетермической технологии, которая генерирует несколько реактивных видов, таких как О, ОН, Н₂О₂, Н, О₃ и НО₂, которые взаимодействуют с молекулами воды, одновременно испуская свет и создавая ударные волны. В частности, нетермическая плазма дает преимущество в том, что генерация радикалов ОН и добавление реактивных видов не зависят от включения УФ-ламп и дорогостоящих химикатов. В том числе они показали, что данная новая технология эффективна для инактивации SARS-CoV-2 или коронавируса, который служит каналом передачи этого смертельного вируса в том числе и в сточных водах. Кроме того, это простая, экологичная, экономичная и простая в использовании технология при комнатной температуре и атмосферном давлении, которая способна устранять различные токсичные компоненты, обнаруженные в сточных водах, включая микроорганизмы. Несмотря на эти преимущества, развитие широкого применения холодной атмосферной воздушной плазмы как метода очистки сточных вод по-прежнему сдерживается отсутствием информации, недостаточностью капитальных вложений. Плазма является мощной энергоэффективной и экологически безопасной передовой технологией и ее применение в области очистки сточных вод животноводства в технологической цепочке, требующей значительных расходов пресной воды и ведущей к деградации водных сред в связи с содержанием в использованной воде многочисленных загрязнителей и патогенных микроорганизмов, переносимых водой, включая вирусы. Поэтому исследование применения плазмы для очистки сточных вод являются актуальными [1, 2, 3, 4, 5].

Исследования по изучению влияния холодной атмосферной воздушной плазмы на обеззараживание сточных вод животноводства проведены на кафедре биомедицинской инженерии и управления инновациями Инженерного института ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

В результате проведенных исследований создано устройство для обеззараживания сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой, и способ его использования, обеспечивающие в отношении устройства и в отношении способа: снижение технологической и технической сложности, что обуславливает снижение стоимости оборудования; исключение использования хлор-ионов, что приводит к уменьшению себестоимости

производства и улучшению экологической ситуации; затрат энергии; не требуется дополнительного дорогостоящего оборудования для электрофлотации, что обуславливает низкую стоимость.

Общий вид устройства для обеззараживания сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой приведен на рисунке 1.

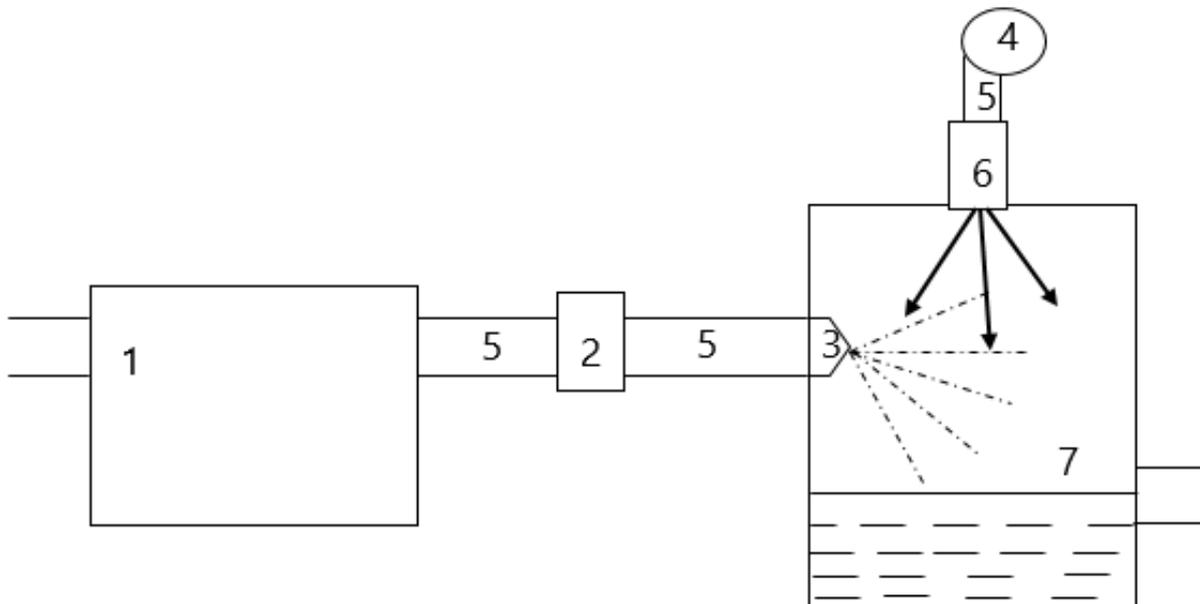


Рисунок 1. – Схема устройства для обеззараживания сточных вод холодной плазмой. 1 – жироловушка, 2 - насос, 3 - форсунка, 4 - вентилятор, 5 - патрубок, 6 - ионизатор, 7 - камера

Использование устройства, заключается в том, что сточные воды поступают в жироловку, затем с помощью насоса через форсунку подаются в камеру; одновременно в камеру из ионизатора воздуха с помощью вентилятора подают холодную атмосферную воздушную плазму, при этом напряжение на электроде генератора ионизатора воздуха составляет 30 кВ; при этом проводят обеззараживание сточных вод холодной атмосферной воздушной плазмой. Таким образом проводится обработка распыленной воды холодной атмосферной воздушной плазмой.

В таблице 1, представлены результаты обработки сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой.

Таблица 1 – Показатели содержания сточных вод животноводства после обработки холодной атмосферной воздушной плазмой

Показатели	До очистки	После очистки	ПДК
pH	7	6,8	6,0-9,0
Взвешенные вещества, мг/дм ³	1700	250	300

ХПК, мгО ₂ /дм ³	2600	320	500
БПК, мгО ₂ /дм ³	1800	190	300
Сухой остаток, мг/дм ³	900	830	1500
Содержание жира, мг/дм ³	1600	47	50

При обработке сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой были получены следующие результаты: рН сточных вод находится в допустимом ПДК диапазоне; содержание взвешенных веществ уменьшилось с 1700 мг/дм³ до 250 мг/дм³; ХПК (общая концентрация органических веществ) уменьшился с 2600 мгО₂/дм³ до 320 мгО₂/дм³; БПК (концентрация органических соединений, окисляемых биологическим путем) уменьшился с 1800 мгО₂/дм³ до 190 мгО₂/дм³; сухой остаток уменьшился от 900 мг/дм³ до 830 мг/дм³; содержание жира уменьшилось от 1600 мг/дм³ до 47 мг/дм³.

В результате проведенных исследований получен патент [6], в котором показано, что состав сточных вод животноводства после обработки холодной атмосферной воздушной плазмой соответствуют ПДК [7].

Выводы. Создано устройство для обеззараживания сточных вод животноводства холодной атмосферной воздушной плазмой, и разработан способ его использования, что обеспечивает снижение технологической и технической сложности и в конечном итоге обуславливает уменьшение стоимости оборудования.

Список источников

1. Iervolino G, Vaiano V, Palma V (2019) Enhanced removal of water pollutants by dielectric barrier discharge non-thermal plasma reactor. *Sep Purif Technol* 215:155–162
2. Zeghioud H, Nguyen-Tri P, Khezami L, Amrane A, Assadi AA (2020) Review on discharge Plasma for water treatment: mechanism, reactor geometries, active species and combined processes. *J Water Process Eng* 38:101664
3. Li S, Dang X, Yu X, Abbas G, Zhang Q, Cao L (2020) The application of dielectric barrier discharge non-thermal plasma in VOCs abatement: A review. *Chem Eng J* 388:124275
4. Мичуков, М. Бесхлорный способ обеззараживания сточных вод / М. Мичуков, Н. Лукичева // *Экология и жизнь*. - 2008. - N 8. - С. 35-39.
5. Иванов, А. В. Опыт внедрения способа биологического обеззараживания сточных вод / А. В. Иванов [и др.] // *Гигиена и санитария*. - 2010. - N 5. - С. 85-88.
6. Патент № 2804982 С1 Российская Федерация, МПК С02F 1/467, H05H 1/24. Устройство для обеззараживания сточных вод холодной атмосферной воздушной плазмой и способ его использования : № 2023109364 : заявл. 13.04.2023 : опубл. 09.10.2023 / Н. Ф. Кашапов, Р. Н. Кашапов, М. М. Нафиков [и др.]. – EDN CZSFNQ.

7. Постановление Правительства РФ от 3 ноября 2016 г. N 1134 "О вопросах осуществления холодного водоснабжения и водоотведения".
<https://base.garant.ru/71535604/>.

© Нафиков М.М., Хузина Р.Р., Нафиков Ман. Мак., 2025

Исследование антимикробной резистентности модельных штаммов возбудителей острых зоонозных инфекций

Людмила Романовна Небогина, Алина Владимировна Пасочникова, Арина Максимовна Ворнавская, Наталья Валентиновна Кичемазова, Валентина Анатольевна Федорова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В работе проведено изучение антибиотикорезистентности модельных штаммов зоонозных инфекций кишечной палочки и золотистого стафилококка. Были выбраны группы антибиотиков, которые используются при лечении инфекций, вызванных данными бактериями-возбудителями. Установлено, что применение гентамицина, канамицина и цефтриаксона не эффективно при лечении заболеваний, вызванных вирулентными штаммами *Escherichia coli* АЛК и *Staphylococcus aureus* 209-Р.

Ключевые слова: Антибиотикорезистентность, антибиотики, зоонозы, эшерихиозы, стафилококкозы, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Study of an antimicrobial resistance of model strains of pathogens causing some acute zoonotic infections

Lyudmila Romanovna Nebogina, Alina Vladimirovna Pasochnikova, Arina Maksimovna Vornavskaya, Natalya Valentinovna Kichemazova, Valentina Anatolyevna Feodorova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract.

In this work, the antibiotic resistance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, the model strains of zoonotic infections, was studied. Groups of antibiotics that are used in the treatment of infections caused by these pathogenic bacteria were selected. It was found that the use of gentamicin, kanamycin and ceftriaxone is not effective in the treatment of diseases caused by virulent strains of *Escherichia coli* ALK and *Staphylococcus aureus* 209-P.

Keywords: Antibiotic resistance, antibiotics, zoonoses, escherichiosis, staphylococcosis, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Введение. Антибиотики – вещества природного и синтетического происхождения, которые способны оказывать бактериостатический или бактериоцидный эффекты на микроорганизмы. Активное применение этих

препаратов с середины прошлого века значительно улучшило качество жизни людей, снизив уровень смертности от заболеваний инфекционной природы. Тем не менее, с каждым годом наблюдается снижение эффективности антибиотиков в ветеринарной и клинической практике. Это явление обусловлено стремительным ростом количества антибиотикорезистентных штаммов бактерий - возбудителей заболеваний человека и животных [1].

Антибиотикорезистентность (АМР) является естественным механизмом, сформировавшимся в результате эволюции, необходимым для борьбы за существование между видами бактерий. Однако из-за не всегда нерационального использования антибиотиков в медицине, сельском хозяйстве происходит быстрое распространение АМР по всему миру. Известно, что ненадлежащее и частое применение антибиотиков в сельском хозяйстве способствует распространению устойчивости к антибиотикам, в том числе, и у возбудителей зоонозных инфекций. Антимикробные препараты зачастую попадают в окружающую среду со сточными водами животноводческих комплексов, фармацевтических предприятий и учреждений, вследствие чего могут накапливаться в воде, почве, растениях.

Важно отметить, что быстро распространяющееся в современном мире явление АМР повлекло за собой определенные сложности при разработке новых и эффективных препаратов с антимикробной активностью. По данным международных организаций, устойчивость бактерий - возбудителей инфекций к антимикробным препаратам ежегодно становится причиной летального исхода у более чем 700 тыс. человек. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) утверждает, что проблема АМР является одной из главных глобальных угроз общественному здравоохранению и развитию [2].

Корректная антибиотикотерапия важна при зоонозных заболеваниях таких как эшерихиоз, стафилококкоз и др. Источником патогенных микроорганизмов таких инфекций могут быть как домашние, так и дикие животные. Эшерихиозы, возбудителем которых являются патогенные штаммы *Escherichia coli* [3, 4], представляют группу инфекционных болезней, сопровождающихся, прежде всего, кишечными расстройствами, токсемией, септицемией, обезвоживанием организма и др. Стафилококкозы вызывают бактерии вида *Staphylococcus aureus*, клинически проявляющихся у пациентов в виде фурункулов, различных гнойных процессов на коже, а также маститов и эндометритов у животных. У людей описано более ста различных форм стафилококковых инфекций [3, 5]. Для адекватного лечения животных и человека антимикробными препаратами необходимо учитывать чувствительность к ним возбудителей инфекции. Поэтому специалистами ВОЗ, Продовольственной и сельскохозяйственной организации (Food and Agriculture Organization) и Международным эпизоотическим бюро (МЭБ) ежегодно производится мониторинг устойчивости микроорганизмов к антибиотикам [1, 6].

Объектами наших исследований явились штаммы бактерий *E.coli* АЛК и *S.aureus* 209-Р – известные модельные представители возбудителей острых зоонозных инфекций. Культуры были получены из музея кафедры

«Микробиология и биотехнология» института биотехнологии ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

Цель работы: исследовать чувствительность к антибиотикам разных классов модельных штаммов бактерий *E. coli* АЛК и *S. aureus* 209-Р.

Методика исследований. Тестирование чувствительности модельных штаммов бактерий *E.coli* АЛК и *S.aureus* 209-Р к представителям различных классов антибиотиков: макролидам, аминогликозидам, тетрациклинам, полимиксидам, β-лактамам, цефалоспоридам III поколения, амфениколам, плевомутилидам, нитрофуранам, линкозамидам, цефалоспоридам IV поколения и ансамицинам осуществляли с применением диско-диффузионного метода согласно МУК 4.2.1890-04. Для этого использовали коммерческие диски с антибиотиками (ООО «Научно-исследовательский центр фармакотерапии» (НИЦФ), Санкт-Петербург). Оценку устойчивости микроорганизмов к антибиотикам проводили по стандартам, приведенных в МУК 4.2.1890-04 и EUCAST [6, 7]. Постановка диско-диффузионного метода состояла из последовательности этапов: приготовления питательных сред, суспензий микробных изолятов, инокуляции исследуемых культур бактерий на питательные среды, наложения дисков на плотную питательную среду, инкубации посевов и учета полученных результатов. Каждый эксперимент повторяли в трёх последовательностях.

Результаты исследований. При изучении литературы, было обнаружено, что некоторые представители семейства *Enterobacteriaceae* не обладают резистентностью к таким препаратам, как цефалоспорины I поколения [8, 9]. Также известно, что основой лечения кишечных инфекций, вызванных *E. coli* являются β-лактамы антибиотики [10], поэтому класс β-лактамов мы рассматривали в первую очередь. При оценке антибиотикорезистентности штамма *S. aureus* нашей первостепенной задачей являлось протестировать лекарственные препараты с большим медицинским значением: β-лактамы, макролиды, аминогликозиды, к которым данный микроорганизм обычно проявляет чувствительность.

Несмотря на то, что нами были зафиксированы значительные, на первый взгляд, зоны задержки роста, на антибиотики, относящиеся к классам аминогликозиды, β-лактамы, цефалоспорины, согласно стандартам МУК 4.2.1890-04 и EUCAST, штамм кишечной палочки показал резистентность ко всем перечисленным антибиотикам (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты оценки антибиотикорезистентности штамма *E. coli* АЛК к различным классам антибиотиков

Антибиотик	Класс	Резистентность		
		<i>E. coli</i> АЛК		
		Зона задержк	Резистентность согласно МУК	Резистентность согласно EUCAST

		и роста, мм	Допусти- мые значения *	Устой- чивость к АБ	Допусти- мые значения **	Устой- - чивост ь к АБ
гентамицин	аминогликозид ы	4,0±4,3	19-26	Р	-	-
канамицин		4,7±3,8	17-25	Р	Р<17<Ч	Р
ампициллин	β-лактамы	3,7±1,4	16-22	Р	-	-
карбеницилли н		4,7±2,9	-	-	Р<14<Ч	Р
цефтриаксон	цефалоспорины IV поколения	1,3±1,4	29-35	Р	Р<22<Ч	Р

Примечание.

Р – резистентный; Ч – чувствительный.

Согласно МУК 4.2.1890-04 – для контрольных штаммов микроорганизмов с обычными питательными потребностями:

* – *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 35218;

** – Пограничные значения EUCAST, версия 10.0, действует с 01.01.2020, контроль качества: *E. coli* здание ATCC 25922.

Аналогичные результаты мы получили относительно штамма золотистого стафилококка, который проявил устойчивость к антибиотикам, относящимся к классам макролидов, аминогликозидов, тетрациклинов, β-лактамами цефалоспорином (Таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оценки антибиотикорезистентности штамма *S. aureus* 209-Р к различным классам антибиотиков

Антибиотик	Класс	Резистентность				
		<i>S. aureus</i> 209-Р				
		Зона задерж- ки роста, мм	Резистентность беднеть согласно МУК		Резистентность беднеть согласно хвойный EUCAST	
			Допусти- мые значения *	Устой- чивость к АБ	Допусти- мые значения **	Устой- чивость к АБ
эритромицин	макролиды	10,3±1,4	22-30	Р	Р<18; 21≤Ч	Р
гентамицин	аминогликозид ы	6,0±0	19-27	Р	-	-
канамицин		5,7±1,4	19-26	Р	Р<18<Ч	Р
доксциклин	тетрациклины	5,3±1,4	-	-	Р<19; 22≤Ч	Р
бензилпеници ллин	β-лактамы	11,0±2,5	26-37	Р	-	Р
ампициллин		14,3±2,9	27-35	Р	Р<26<Ч	Р

цефтриаксон	цефалоспорины IV поколения	9,0±4,3	22-28	Р	-	-
-------------	----------------------------	---------	-------	---	---	---

Примечание.

Р – резистентный; Ч – чувствительный.

Согласно МУК 4.2.1890-04 – для контрольных штаммов микроорганизмов с обычными питательными потребностями:

* – *S. aureus* ATCC 25923;

** – Пограничные значения EUCAST, версия 10.0, действует с 01.01.2020, контроль качества *S. aureus* ATCC 29213.

Выводы. На основании результатов исследования можно сделать вывод, что применение таких антибиотиков, как гентамицин, канамицин, ампициллин, карбенициллин и цефтриаксон не целесообразно при лечении заболеваний, вызванных штаммом *E. coli* АЛК. Лечение такими антибиотиками как эритромицин, гентамицин, канамицин, доксициклин, бензилпенициллин, ампициллин и цефтриаксон не эффективно при лечении добрать инфекционного процесса, вызванного штаммом *S. aureus* 209-Р.

Список источников

1. Олсуфьева Е.Н., Янковская В.С. Анализ проблемы антибиотикорезистентности в агропромышленном комплексе // Антибиотики и Химиотерапия. – 2025. – Т. 69. – №. 9-10. – С. 108-132.
2. The Review on Antimicrobial Resistance: Tackling drug-resistant infections globally / Chaired by J. O'Neill. – 2014. – P. 345.
3. Покровский В.И. Инфекционные болезни и эпидемиология: учебник-3-е изд., испр. и доп. / В.И. Покровский и др. // М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2013. – 833 с.
4. Nasrollahian S., Graham J.P., Halaji M. A review of the mechanisms that confer antibiotic resistance in pathotypes *E. coli* // Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. – 2024. – Т. – P. 1387497.
5. Yang R. et al. Novel membrane-targeting isoxanthohumol-amine conjugates for combating methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infections // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2024. – Т. 268. – P. 116274.
6. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам / сост.: Н.А. Семина и др. // Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 91 с.
7. EUCAST Clinical breakpoints –bacteria v.10.0.
8. Ntim O. K., Awere-Duodu A., Osman A. H., Donkor E. S. Antimicrobial resistance of bacterial pathogens isolated from cancer patients: a systematic review and meta-analysis // BMC Infectious Diseases. – 2025. – V. 25, N. 1. – P. 296.
9. Эйдельштейн М.В. Шайдуллина, Э.Р., Иванчик Н.В., Дехнич А.В., Микотина А.В., Склеенова Е.Ю., Козлов Р.С.. Антибиотикорезистентность клинических изолятов *Klebsiella pneumoniae* и *Escherichia coli* в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 67-78.
10. Pérez E. B. et al. Influence of carbon nanotubes on the antimicrobial character of the β -lactam antibiotics Cefepime and Meropenem // Journal of Drug Delivery

Science and Technology. – 2025. – Т. 107. – Р. 106830.

© Небогина Л.Р., Пасочникова А.В., Ворнавская А.М., Кичемазова Н.В.,
Федорова В.А., 2025

Научная статья

УДК 619.9-07:636.8.045

Инфекционный перитонит кошек: диагностика и сравнение способов лечения

Аделина Венеровна Низамова, Олег Маратович Алтынбеков

Башкирский государственный аграрный университет,

г. Уфа

Аннотация. В статье приводится описание диагностики, клинических признаков и двух схем лечения кошек от инфекционного перитонита

Ключевые слова: кошки, перитонит, увеличение живота, Эсперавир, Коронакэт

Infectious feline peritonitis: diagnosis and comparison of treatment methods

Adelina V. Nizamova, Oleg M. Altynbekov

Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract. The article describes the diagnosis, clinical signs, and two treatment regimens for cats with infectious peritonitis.

Key words: cats, peritonit, abdominal enlargement, Esperavir, Coronacatum

Инфекционный вирусный перитонит кошек (ИВПК), Feline infectious peritonitis (FIP) – фатальное иммуноопосредованное инфекционное заболевание кошачьих, протекающее в подострой или хронической форме и вызываемое вирусом семейства Coronaviridae. Болезнь проявляется в двух основных формах: экссудативной (влажной) и пролиферативной (сухой) [1,3].

Диагностика FIP может быть простой, если у кошки с типичными клиническими проявлениями наблюдается выпот, поскольку анализ выпота обычно имеет значительно более высокое положительное прогностическое значение (PPV), чем тесты по крови. Однако если выпот отсутствует, диагностика может значительно усложниться из-за разнообразия и неспецифичности возможных клинических признаков. FIP может проявляться системно или специфическими симптомами со стороны пораженных органов, с лихорадкой или без нее. В одном исследовании лихорадка отмечалась только у 56% кошек с диагнозом FIP, а у кошек без выпота — еще реже. У некоторых кошек с FIP биохимические отклонения в сыворотке крови (гиперпротеинемия, гиперглобулинемия, гипоальбуминемия, гипербилирубинемия), которые считают типичными для FIP, отсутствуют. В случаях, не соответствующих классической картине, FIP может даже не попасть в список дифференциальных диагнозов (например, у кошки пожилого возраста, которая содержится одна).

При диагностике FIP для различных типов проб, включая кровь (цельная кровь, сыворотка, плазма, мононуклеарные клетки периферической крови [PBMC]), выпоты (в грудную и брюшную полость, в перикард), ткани, цереброспинальную жидкость (ЦСЖ), водянистую влагу глаза и/или тонкоигольные аспираты тканей (FNA) и биоптаты, можно использовать как одинаковые, так и различные методы тестирования [2].

В нашем случае мы исследовали только выпотной FIP. Для постановки диагноза руководствовались данными анамнеза, результатами клинических и лабораторных исследований.

Клинические показатели: общее состояние, температура тела, поведение животного, результаты пальпации брюшной полости. У животных наблюдалась повышенная температура, угнетенное состояние и значительное увеличение живота.

Во всех случаях проводили УЗИ брюшной полости для выявления свободной жидкости. Окончательный диагноз устанавливали по лабораторным исследованиям жидкости. Чаще наблюдалась желтая, мутная, вязкая жидкость со средним общим белком 36 г/л, альбумин 16 г/л, креатинин 78 мкмоль/л, билирубин 18 мкмоль/л, во всех случаях наблюдался умеренный или множественный эритрофагоцитоз (таблица 1).

Таблица 1 – анализ выпотной жидкости

Материал	Выпотная жидкость из брюшной полости
Цвет нативной жидкости	Чуть желтоватый
Цвет надосадочной жидкости	Чуть желтоватый
Мутность нативной жидкости	Слабо-мутный
Мутность надосадочной жидкости	Прозрачный
Консистенция	Вязкая
Общий белок, г/л	49
Альбумин, г/л	15
Креатинин, мкмоль/л	86
Билирубин, мкмоль/л	15,1
Холестерин, ммоль/л	4,03
Триглицериды, ммоль/л	0,63
Гемоглобин, г/л	-
Гематокрит, %	-
Эритроциты (млн/мкл)	+
Тромбоциты (+/-)	-
Количество ядросодержащих клеток (тыс/мкл)	6,55
Нейтрофилы, % (тыс/мкл)	+++
Макрофаги, % (тыс/мкл)	+++ эритрофагоцитоз, лейкофагоцитоз
Лимфоциты, % (тыс/мкл)	+

Эозинофилы, % (тыс/мкл)	-
Мезотелиальные клетки, % (тыс/мкл)	-
Атипичные клетки, % (тыс/мкл)	-
Микроорганизмы	-
Другое	-
Полуколичественная оценка в крестах: - нет, + мало, ++ умеренно, +++много, ++++ очень много	
Заключение: экссудат характерный для инфекционного перитонита кошек	

После установленного диагноза проводили лечение шести кошек по двум методам лечения, в каждой группе было по три кошки.

Для первой группы использовали «Коронакэт», для второй «Эсперавир». Дополнительно в обоих случаях были использованы: «Преднизолон» – противовоспалительное, «Цианокобаламин» (В₁₂) – витамин, улучшающий образование и созревание эритроцитов, «Геповетарум» – для лечения и профилактики заболеваний печени.

В первой группе кошек, в комплексном лечении которых использовался «Коронакэт», результат лечения следующий: на четвертый день исследования клинические признаки сохранялись, но накопление жидкости благодаря Преднизолону остановился на одном уровне; спустя 12 дней лечения одну кошку хозяева решили подвергнуть эвтаназии, так как не было улучшения в состоянии животного. К концу месячного лечения две оставшиеся кошки чувствовали себя лучше, но активность полностью не вернулась, выпот уменьшался медленно. Животные продолжили 12-недельный курс «Коронакэта», с жалобами больше не обращались.

Во второй группе, лечение которое осуществлялось препаратом «Эсперавир», результат оказался следующим: на 15 день исследования клинические признаки сохранялись, но аппетит восстановился, резкого увеличения живота не наблюдалось; на 23 день состояние животных стабилизировалось и они не нуждались в противосимптомных препаратах, оставалось лишь продолжить 12-недельный курс, в клинику с повторными симптомами больше не обращались.

Список источников

1. Старченков, С.В. Заразные болезни собак и кошек /Старченков С.В. – СПб.: СПС, 2001. – 368 с.
2. Тайер, В. Руководство по диагностике инфекционного перитонита кошек (ИПК, FIP)/ Тайер В., Гогольски С., Фелтен С. И., Хартманн К., Кеннеди М., А Ола Г. – Российское сообщество медицины кошек, 2022. – С. 6-7.
3. Pedersen, N.C. A review of feline infectious peritonitis virus infection : 1963-2008 / N.C. Pedersen// Journal of Feline Medicine and Surgery, 2009. – P. 12.

© Низамова А.В., Алтынбеков О.М., 2025

Перспективы использования нанобиотехнологий в медицине

Татьяна Сергеевна Нурпеисова, Елена Александровна Губарева, Самвел Николаевич Николаенко
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г. Краснодар

Аннотация. Исследователи активно стремятся раскрыть потенциал наномедицины в области диагностики, терапии и профилактики различных заболеваний, учитывая ее положительные аспекты. В ходе обширного анализа была собрана актуальная информация о применении нанотехнологий в медицинских практиках, полученная из достоверных научных источников. Данные технологии отражают свою эффективность в диагностике, лечении заболеваний, стоматологии, онкологии и др.

Ключевые слова: нанотехнологии, наномедицина, диагностика, лечение заболеваний

Prospects for the use of nanobiotechnology in medicine

Tatiana S. Nurpeisova, Elena A. Gubareva, Samvel N. Nikolaenko
FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar

Abstract. Researchers are actively seeking to uncover the potential of nanomedicine in the field of diagnostics, therapy and prevention of various diseases, taking into account its positive aspects. In the course of an extensive analysis, relevant information on the use of nanotechnology in medical practices was collected, obtained from reliable scientific sources. These technologies reflect their effectiveness in diagnostics, treatment of diseases, dentistry, oncology, etc.

Keywords: nanotechnology, nanomedicine, diagnostics, treatment of diseases

Исследователей в области изучения малых частиц стало основой для развития нанонауки. Нанотехнологии были впервые предложены Ричардом Фейнманом, и сейчас ученые из различных областей уверены в их будущем влиянии на медицину и другие сферы. Нанотехнология, возникшая из наблюдений за наноразмерными частицами, обладает уникальными свойствами, которые отличаются от свойств макроскопических материалов благодаря изменениям на уровне атомов. Развитие нано-биотехнологии на стыке биологии и медицины привело к значительным достижениям в диагностике и лечении, включая выявление заболеваний, разработку новых лекарств и персонализированные медицинские процедуры. Разнообразные наносенсоры, ПЦР-анализы с

использованием наночастиц и устройства «лаборатория на чипе» становятся важными инструментами в медицине. Современные наномедикаменты, например, *Abraxane* и *Doxil*, активно внедряются в клиническую практику, кроме того, нанотехнологии играют ключевую роль в генной терапии, разработке вакцин на основе наночастиц и антимикробных средств.

Целью исследования является изучение роли нанотехнологий в медицине, включая их применение в диагностике, лечении и профилактике заболеваний, а также оценить их потенциала для трансформации традиционных медицинских подходов. Анализируя современные достижения в области наномедицины, связанных с использованием наноматериалов, следует сказать о перспективах развития нанотехнологий в будущем здравоохранении.

Изучение нанотехнологий в медицине требует глубокого понимания ряда фундаментальных понятий, определяющих специфику взаимодействия наноструктур с биологическими системами.

Нанопараметр – это размерная характеристика, равная одной миллиардной доле метра ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). В данном масштабе наблюдаются уникальные физико-химические свойства материалов, обусловленные квантовыми эффектами и высоким соотношением площади поверхности к объёму.

Наночастицы – структуры размером от 1 до 100 нанометров, способные проникать в биологические ткани и клетки. Они могут быть неорганического (золото, серебро) или органического (полимеры) происхождения. Благодаря размеру и специфическим свойствам, наночастицы проникают через эндотелиальные щели сосудов опухолей, обеспечивая доставку лекарственных веществ. Это позволяет минимизировать системные побочные эффекты и повысить терапевтическую эффективность.

Одним из распространённых типов наносистем являются липосомы, сферические структуры, образованные фосфолипидным бислоем, обладающие способностью инкапсулировать как гидрофильные, так и гидрофобные лекарственные молекулы. Липосомальные формы препаратов активно используются в химиотерапии, а также в дерматологической и косметической промышленности, обеспечивая эффективную транспортировку активных веществ в глубокие слои кожи.

Нанороботы – микроскопические устройства, размер которых варьируется от нескольких до сотен нанометров. Они изготавливаются из металлов, биосовместимых полимеров или гибридных материалов и могут управляться с помощью внешних физических факторов (например, магнитного поля или лазерного излучения). Нанороботы открывают перспективы для точечной доставки лекарств, мониторинга состояния тканей, а также стимуляции процессов регенерации.

В качестве примера можно привести дендримеры – высокоразветвлённые макромолекулы, характеризующиеся контролируемой структурой и наличием многочисленных функциональных групп на поверхности. Это делает их эффективными носителями для адресной доставки лекарств, в том числе с возможностью модификации под конкретные рецепторы.

Наносенсоры – устройства, разработанные с использованием наноматериалов, чувствительных к биологическим, химическим и физическим параметрам. Размер их чувствительных компонентов не превышает 100 нм. Эти сенсоры позволяют выявлять биомаркеры заболеваний на ранних стадиях, обеспечивая высокую чувствительность и специфичность анализа. Их применение охватывает молекулярную диагностику, мониторинг метаболических процессов и персонализированную медицину.

Таким образом, современные нанотехнологии представляют собой неотъемлемую часть прогрессивных подходов в диагностике, терапии и мониторинге состояния пациента, обеспечивая переход к более точной и эффективной медицине будущего. Диагностика рака остается одной из основных проблем для пациентов, поскольку многие случаи выявляются на поздних стадиях. Внедрение нанотехнологий может обеспечить раннее обнаружение опухолей в органах. Нанотехнологии обеспечивают очень чувствительную и специфичную мультиплексную измерительную способность для обнаружения биомаркеров рака во внеклеточных условиях, а также в методах биомедицинской визуализации [2]. Наночастицы, благодаря своему малому размеру, способны проникать через клеточные стенки и гематоэнцефалический барьер, что делает их идеальными для целевой доставки лекарств и обнаружения раковых клеток. Нельзя исключать важность биосенсоров. Биосенсоры способствуют выявлению специфических биомаркеров в жидкостях пациента, сигнализирующих о наличии рака на ранних стадиях [3,4].

Во время пандемии *COVID-19* наномедицина сыграла важную роль в создании диагностических инструментов, лечебных стратегий и методов доставки вакцин. Как вирусные частицы, так и наночастицы имеют маленький размер, что позволяет им взаимодействовать на микроуровне.

Наночастицы могут быть сконструированы для выполнения специфических функций, например, покрыты молекулами, позволяющими им прилипать к коронавирусу. Это важно для обнаружения вируса, так как при связывании они могут менять цвет или светиться, облегчая диагностику в образцах крови или слюны [6]. Также наночастицы могут использоваться для доставки лекарств непосредственно к зараженным клеткам, что увеличивает эффективность лечения. Некоторые маски и защитные покрытия созданы с использованием наночастиц, улавливающих и нейтрализующих вирусы при контакте [5, 6]. Кроме того, наночастицы служат основой для высокочувствительных диагностических тестов на *SARS-CoV-2* и для разработки терапий, нацеленных на вирус с улучшенной транспортировкой лекарств [5].

Нанотехнология применяются в лечении нейродегенеративных заболеваний. Различные наноносители, такие как дендримеры и липосомы используются для доставки препаратов в центральную нервную систему. В свою очередь, транспортировка этих наномедикаментов через гематоэнцефалический барьер осуществляется с помощью эндоцитоза и трансцитоза, что позволяет достигать успехов в лечении болезни Альцгеймера (БА), опухолей мозга и др. Современные методы лечения не изменяют прогрессию заболевания, поэтому

цель прикладной нанотехнологии – это регенерация и нейропротекция ЦНС, что требует синергии с исследованиями в нейрофизиологии и клеточной биологии. Наномедикаменты транспортируются через ГЭБ с помощью эндоцитоза и трансцитоза, что уже принесло первые успехи в лечении заболеваний ЦНС, таких как болезнь Альцгеймера, опухоли мозга и ВИЧ-энцефалопатия. Будущее развитие этих технологий должно сосредоточиться на повышении их специфичности для мозговой ткани. Болезнь Альцгеймера. По последним данным более 35 миллионов людей страдают от БА, самой распространенной формы деменции. Наночастицы с высокой специфичностью к эндотелию мозговых капилляров помогают в ранней диагностике и лечении Болезни Альцгеймера, связываясь с амилоидом- β и улучшая состояние пациентов. Прогресс в диагностике БА обеспечивают ультрачувствительные биопшампы и сканирующая туннельная микроскопия [7].

Каллусная ткань может быть использована для поврежденных тканей и органов. Исследования показывают, что каллус может стать источником стволовых клеток, которые способны дифференцироваться в различные типы клеток. Также каллусная ткань используется в фармацевтических исследованиях для тестирования новых лекарств и оценки их воздействия на регенерацию тканей. В пластической хирургии каллусная ткань может быть использована для улучшения результатов операций по реконструированию. С учетом исследований и быстроизменяющихся технологий, цифровизации, применение каллусной ткани в медицине может оказать значительные изменения в различных подходах к лечению и восстановлению. Инновации в этой области в будущем могут предоставить возможность создания новых методов лечения, улучшая качество жизни пациентов [1].

Нанотехнологии открывают новые горизонты. Их применение в медицинской практике демонстрирует огромный потенциал в борьбе с хроническими и тяжелыми заболеваниями, такими как нейродегенеративные болезни и инфекционные патологии. Для максимизации преимуществ наномедицинских технологий необходимо продолжать исследования, направленные на улучшение их безопасности, биосовместимости и специфичности. Синергия между нанотехнологиями и другими областями науки, такими как молекулярная биология и нейрофизиология, может привести к революционным изменениям в подходах к лечению и повышению качества жизни пациентов. В дальнейшем, интеграция наномедицинских решений в клиническую практику станет важным шагом к созданию более доступной и персонализированной медицины.

Список источников

1. Слипченко, Е. В. Биохимическое обоснование безопасности фруктовых соков, полученных из сырья, выращенного на территории Краснодарского края // Современные векторы развития науки : сб. ст. по мат. ежегодн. науч.-практ. конф. преп. по итогам НИР за 2023 г. – Краснодар, 2024. – С. 393–395.

2. Слипченко, Е. В. Биоцифровая конвергенция и её значение в современном мире / Е. В. Слипченко, Е. А. Губарева // Экономика, управление и финансы: новые

подходы и решения : тез. докл. и выступл. Всерос. (с междунар. участ.) науч.-практ. конф. – 2025. – С. 593–597.

3. Слипченко, Е. В. Использование инновационных методов определения пищевых компонентов в здоровом питании / Е. В. Слипченко, Е. А. Губарева, А. Д. Базык, М. И. Уманский, А. А. Брагин // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Майкоп, 2024. – С. 257–261.

4. B Davide, D Benjamin L, J Nicolas, S Hossein, Wu Lin-Ping, et al. Nanotechnologies for Alzheimer's disease: diagnosis, therapy and safety issues // **Nano medicine: Nanotechnology, Biology and Medicine**. – 2011. – Т. 7. – С. 521–540.

5. Freitas R.A. Jr Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery // **Int. J. Surg.**– 2005. – Т. 3. – С. 243–246.

6. Quan Y., Wu X., Zhu S., Zeng X., Zeng Z., Zheng Q. Triboelectric nanogenerators for clinical diagnosis and therapy: a report of recent progress // **Med. Novel Technol. Devices**. – 2022. – Т. 16. – №. 100195. – DOI: 10.1016/j.medntd.2022.100195.

7. Sharma S. The role of nanomedicine in COVID-19 therapeutics // **Nanomedicine**. – 2022. – Т. 17. – С. 133–136. – DOI:10.2217/nnm-2021-0358.

© Нурпеисова Т.С., Губарева Н.А., Николаенко С.Н., 2025

Научная статья

УДК 616-022.7(616-097:577.2:579.62)

Биотехнологические аспекты изучения полиморфизма гена *hly*, кодирующего листериолизин О - кандидата для разработки препарата нового поколения для лабораторной диагностики листериоза сельскохозяйственных животных

Дарья Геннадьевна Оглодина, Сергей Сергеевич Зайцев, Валентина Анатольевна Федорова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. Статья посвящена исследованию полиморфизма гена *hly*, кодирующего токсин листериолизин О (LLO), у штаммов *Listeria monocytogenes*, выделенных из биологического материала коз с признаками листериоза. Анализ показал высокую степень вариативности гена *hly* у большинства изучаемых штаммов (около 67%), включая синонимичные и несинонимичные замены, способные влиять на структуру и функцию белка LLO. В то же время незначительная доля штаммов (33%) демонстрировала выраженную консервативность гена.

Ключевые слова: листериоз, возбудитель, зоонозные инфекции, полиморфизм, SNP-анализ

Biotechnological aspects of studying the polymorphism of the *hly* gene encoding listeriolysin O, a candidate for the development of a new generation kits for laboratory diagnostics of listeriosis in livestock

Daria G. Oglodina, Sergey S. Zaitsev, Valentina A. Feodorova

Saratov State University for genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article is devoted to the study of the polymorphism of the *hly* gene encoding the listeriolysin O (LO) toxin in *Listeria monocytogenes* strains isolated from the biological material of goats with signs of listeriosis. The analysis showed a high degree of variability of the *hly* gene in most of the studied strains (about 67 %), including synonymous and non-synonymous substitutions that can affect the structure and function of the LLO protein. At the same time, a small proportion of the strains (33 %) demonstrated pronounced gene conservatism.

Keywords: listeriosis, pathogen, zoonotic infections, polymorphism, SNP-analysis

Листерииоз - зоонозное инфекционное заболевание пищевого происхождения, представляющее серьезную опасность особенно среди восприимчивых групп населения, включая детей, беременных женщин и пожилых людей [8].

L. monocytogenes - внутриклеточный патоген, обладающий высокой выживаемостью и ответственный за вспышки листериоза, обладающих довольно низким числом зарегистрированных случаев, но с высоким уровнем смертности 20-30 % во всем мире [4].

Листерииолизин О (LLO) - главный фактор вирулентности возбудителя *L. monocytogenes*. Данный белок относится к холестерин-зависимым цитолизинам (CDCS), которые представляют собой большое семейство порообразующих токсинов, вырабатываемых многочисленными грамположительными бактериальными патогенами [9].

Транскрипция гена *hly*, кодирующего LLO и состоящего из 1590 пар оснований, находится под контролем положительного регуляторного фактора А (PrfA), кодируемого геном *prfA*. При этом на активность PrfA существенно влияют температура, источник углерода, фаза роста бактерий и негативные воздействия окружающей среды [1, 7, 9].

L. monocytogenes, будучи психрофильным микроорганизмом, представляет серьезную опасность, поскольку способен расти даже при низких температурах (от 4 до 10 °С). При этом замораживание оказывает незначительное вредное воздействие на микроорганизм. Это обстоятельство объясняет, почему данный возбудитель связывают с потреблением зараженных молочных, мясных продуктов, морепродуктов и овощей, а также с огромным риском заболеть септицемией с последующим сепсисом [2].

Возбудители листериоза могут встречаться как в естественной среде обитания, так и в антропогенной: предприятия пищевой промышленности, торговые площадки. Связующим звеном между первичным производством продуктов питания (фермы, откормочные площадки) и торговыми площадками в цепочке продовольственной системы выступают зараженные мясо и мясопродукты [5, 6].

На животноводческих фермах домашний скот заражается *L. monocytogenes* в основном через почву. Диапазон распространенности патогена составляет от 8,7 % до 51,4 %. Также было обнаружено, что загрязненная почвенная пыль содержит этот возбудитель, соответственно животное может заразиться воздушно-капельным путем и впоследствии передать патогенные бактерии людям по цепочке промышленной пищевой цепочке. Другими источниками заражения являются природные источники воды и сточные воды вблизи фермерских сообществ [3].

Соответственно, остро встает вопрос во внедрении в лабораторную практику иммунодиагностических тест-систем, обладающих высокой чувствительностью и специфичностью. Однако создание профилактических препаратов невозможно без понимания является ли молекула LLO высококонсервативной или в полевых условиях/от больных животных, можно выделить изоляты с ярко выраженным полиморфизмом данного гена.

Цель работы заключалась в выявлении полиморфизма гена *hly*, кодирующего цитотоксин LLO, у штаммов *L. monocytogenes*, изолированных в разных странах мира, для установления диагностической значимости.

Материалы и методы. Нуклеотидные и аминокислотные последовательности LLO штаммов-изолятов *L. monocytogenes* (n=12), выделенных из биоматериала коз с листериозной инфекцией, были получены из международной базы данных GenBank NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>).

Выравнивание последовательностей гена *hly* проводили относительно нуклеотидных и аминокислотных последовательностей LLO из референтного штамма *L. monocytogenes* A (GenBank: NZ_JAZBNL010000008.1) с помощью программы MultAlin (<http://multalin.toulouse.inra.fr/multalin/>).

Полиморфизм указанных генов оценивали по наличию/отсутствию однонуклеотидных замен (SNP) с использованием программы MEGA V11.0.

Результаты. В результате выравнивания олигонуклеотидных последовательностей выявлено, что длина гена *hly* во всех исследуемых штаммах была идентичной (1590 bp). При этом было идентифицировано по меньшей мере 99 SNP, часть из которых привела к появлению несинонимичных аминокислотных замен (Табл. 1).

Таблица 1 - Результаты выравнивания олигонуклеотидных последовательностей штаммов - изолятов *L. monocytogenes*

№	Штамм <i>L. monocytogenes</i>		Общее кол-во SNP	Число несинонимичных замен	% несинонимичных замен	Замена нуклеотида	Замена аминокислоты
	Название	Номер GenBank					
1	XYSN	CP007583	99/159 0	18/159 0	1,13	G19T, T26C, G40A , A100G, C104T, A188G, C235A, T243A, A491T, G679A, T681T, G710A, C818A, A926G, G1313A , G1435A, A1568G , A1569T	V7F, I9T, V14I, N34D, S35L, K63R, H79N, D81E, Q164L, A227T, A228T, G237D, A273D, N309S, V438I, V479I, K523S
2	FSL J1-208	CP062127	99/159 0	8/1590	0,5	G40A , A91C, T93G, A100G, A926C, G1313A , A1568G , A1569T	V14I, N31Q, N32Q, N34D, N309T, V438I, K523S
3	NRRL B-33408	MCOI0000000 0	99/159 0	8/1590	0,5	G40A , A91C, T93G, A100G, A926C, G1313A , A1568G , A1569T	V14I, N31Q, N32Q, N34D, N309T, V438I, K523S

4	NRRL B-33105	MKMK000000 00	99/159 0	8/1590	0,5	G40A, A91C, T93G, A100G, C104T, G1313A, A1568G, A1569T	V14I, N31Q, N32Q, N34D, N309T, V438I, K523S
5	NRRL B-33383	MKNZ000000 00	99/159 0	5/1590	0,3	G40A, C1080G, G1313A, A1568G, A1569T	V14I, D360E, V438I, K523S
6	NRRL B-33384	MKOA000000 00	99/159 0	5/1590	0,3	G40A, G1313A, A1568G, A1569T	V14I, V438I, K523S
7	NRRL B-33140	MKMN000000 00	99/159 0	4/1590	0,2	C104T, G1313A, A1568G, A1569T	S35L, V438I, K523S
8	NRRL B-33126	MKMM000000 000	99/159 0	4/1590	0,2	C104T, G1313A, A1568G, A1569T	S35L, V438I, K523S
9	LM36	CP068599	0/1590	0/1590	0	НП*	НП*
10	NRRL B-33100	MKMJ000000 00					
11	NRRL B-33379	MKNV000000 00					
12	NRRL B-33380	MKNW000000 000					

Примечание: *НП — неприменимо ввиду отсутствия SNP

Согласно полученным данным (Табл. 1), выраженная вариабельность обнаружена более, чем у половины штаммов *L. monocytogenes* (8/12, 67 %), в то же время у некоторых штаммов возбудителя листериоза (4/12, 33 %) отмечалась высокая консервативность нуклеотидных последовательностей, кодирующих LLO.

Вывод: установлен полиморфизм гена *hly* у ряда штаммов-изолятов *L. monocytogenes*, что указывает на необходимость учитывать данный феномен в биотехнологии разработки диагностических и профилактических препаратов против листериоза СХЖ.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФ №-22-16-00165.

Список источников

1. Behari J., Youngman P. Regulation of *hly* expression in *Listeria monocytogenes* by carbon sources and pH occurs through separate mechanisms mediated by PrfA / J. Behari, P. Youngman // *Infectious Immunity*. — 1998. — V. 66. — P. 3635—3642.
2. Bortolussi R. Listeriosis: a primer / R. Bortolussi // *Canadian Medical Association Journal*. — 2008. — V. 179(8). — P. 795—797.
3. Korthals M. Occurrence of *Listeria* spp. in mattress dust of farm children in Bavaria / M. Korthals [et al.] // *Environmental Research*. — 2008. — V. 107(3). — P. 299—304.
4. Magalhães R. Bacteria: *Listeria monocytogenes* / R. Magalhães [et al.] // *Encyclopedia of Food Safety* / Ed.: Y. Motarjemi. — Elsevier, 2014. — P. 450—461.
5. Martín B. Diversity and distribution of *Listeria monocytogenes* in meat processing plants / B. Martín [et al.] // *Food Microbiology*. — 2014. — V. 44. — P. 119—127.
6. Matle I. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis / I. Matle [et al.] // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. — 2020. — V. 87(1). — P. e1—e20.
7. Milenbachs A.A. Carbon-source regulation of virulence gene expression in *Listeria monocytogenes* / A.A. Milenbachs [et al.] // *Molecular Microbiology*. — 1997. — V. 23. — P. 1075—1085.
8. Ravindhiran R. *Listeria monocytogenes* an emerging pathogen: a comprehensive overview on listeriosis, virulence determinants, detection, and anti-listerial interventions / R. Ravindhiran [et al.] // *Microbial Ecology*. — 2023. — V. 86. — P. 1—21.
9. Seveau S. Multifaceted activity of listeriolysin O, the cholesterol-dependent cytolysin of *Listeria monocytogenes* / S. Seveau // *Subcellular Biochemistry*. — 2014. — V. 80. — P. 161—195.

Влияние антиоксидантных препаратов на уровень витамина Е в организме сукозных коз

Людмила Алексеевна Павлова, Лидия Григорьевна Каширина

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,
г. Рязань

Аннотация. Целью исследований являлось изучение влияния антиоксидантных препаратов на уровень витамина Е или токоферола в организме коз зааненской породы в период сукозности и после окота. Функция витамина Витамин Е (токоферола) в организме животных многогранна, он участвует в защите от окислительного повреждения, биосинтезе аскорбиновой кислоты, способствует усвоению и сохранению витамина А в организме, влияние на запасы витамина А в молозиве и молоке.

Ключевые слова: козы, зааненская порода, антиоксидантные препараты, перекисное окисление липидов, антиоксидантная защита

Vitamin E in the body of pregnant goats under the influence of antioxidant drugs

Lyudmila A. Pavlova, Lidia G. Kashirina

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan

Abstract. The aim of the research was to study the effect of antioxidant preparations on the level of vitamin E or tocopherol in the body of Zaanen goats during pregnancy and after lambing. The function of vitamin E (tocopherol) in the animal body is multifaceted, it participates in protection from oxidative damage, ascorbic acid biosynthesis, promotes the absorption and preservation of vitamin A in the body, and affects vitamin A reserves in colostrum and milk.

Key words: goats, Saanen, antioxidant preparations, lipid peroxidation, antioxidant protection

Потребительский рынок в последние десятилетия требует получение молока от высокоудойных животных с отличными биологическими показателями. Для получения такой продукции необходимы животные, отличающиеся высокой интенсивностью течения обменных процессов и напряженной деятельностью всех органов и систем. В козоводстве такими животными являются высокоудойные козы зааненской породы. Наибольшее количество молока от дойных животных получают в период после окота, но ему предшествует напряженный физиологический период, связанный со стрессами –

беременностью, родами и первыми месяцами послеродового периода [5]. При этом переход организма из одного метаболического состояния в другое сопровождается изменениями, происходящими на клеточном уровне. Большое значение, в этих процессах принадлежит перекисному окислению липидов (ПОЛ), а также системе антиоксидантной защиты (АОЗ). Любые виды стресса приводят к активизации процессов ПОЛ, а это крайне неблагоприятно сказывается на обмене веществ, а, следовательно, на здоровье животных, снижая их продуктивности и ухудшая качество продукции [4, 6]. Противостоит процессам ПОЛ собственная АОЗ организма, представленная ферментами, витаминами, целым рядом кислот и другими веществами. В транзитный период беременности в организме активизируются процессы ПОЛ, негативно влияющие на роды и в дальнейшем на молочную продуктивность. Для снижения процессов ПОЛ в организме беременных самок рекомендуется дополнительное введение антиоксидантных препаратов.

Большую часть перечисленных веществ животные извлекают из рационов, у жвачных, некоторая часть из них вырабатывается в рубце, но, если их недостаточно, особенно в период беременности, необходимо дополнительное введение, поскольку от состояния самки в этот период зависит процесс родов и жизнеспособность будущего потомства.

Опыт был выполнен на 9 головах сукозных коз аналогов, находящихся в транзитном периоде сукозности, в условиях вивария агротехнологического университета имени П.А. Костычева. Все поголовье было разделено на три группы: контрольную и две опытные по 3 головы в каждой. Продуктивность коз за предыдущую лактацию в среднем составляла $657,8 \pm 14,7$ кг на голову. Все поголовье размещалось в одном помещении при свободном доступе к кормам и воде. Рационы животных соответствовали нормам, рекомендованным РАСХН для коз этого физиологического периода [3].

Козы контрольной группы были интактными, опытные получали антиоксидантные препараты внутримышечно. Опытной группы 1 препарат «Айсидивит» в дозе 4 мл/голову (пятикратно) раз в двое суток, за месяц до предполагаемого окота, Опытной группы 2 – «Катазалан» в дозе 2 мл/голову (четырёхкратно) раз в две недели, **за два месяца до предполагаемого окота.**

Кровь у коз отбирали из ярёмной вены. Уровень процессов ПОЛ в плазме крови и молоке определяли по содержанию диеновых конъюгатов (ДК) – первичных продуктов ПОЛ, уровень антиоксидантной защиты (АОЗ) по концентрации Витамина Е или α -токоферолу по методу Дудина В. И., 2004 на спектрофотометре «Arel PD-303 UV» [2].

Поскольку мы изучали влияние антиоксидантов на процессы ПОЛ, то внимание было уделено продукции диеновых конъюгатов (ДК), которые являются первичными продуктами ПОЛ и относятся к токсическим метаболитам, которые повреждают липопротеиды, белки, ферменты и нуклеиновые кислоты. По количеству их в крови и молоке можно установить степень процессов ПОЛ в организме животных. Известно, что непосредственно в период родов и сразу после них в крови животных резко возрастает количество

ДК [1]. Исследование уровня продуктов ДК в плазме крови в транзитный период за 50 и 20 дней до предполагаемого окота приведены на рисунке 1.

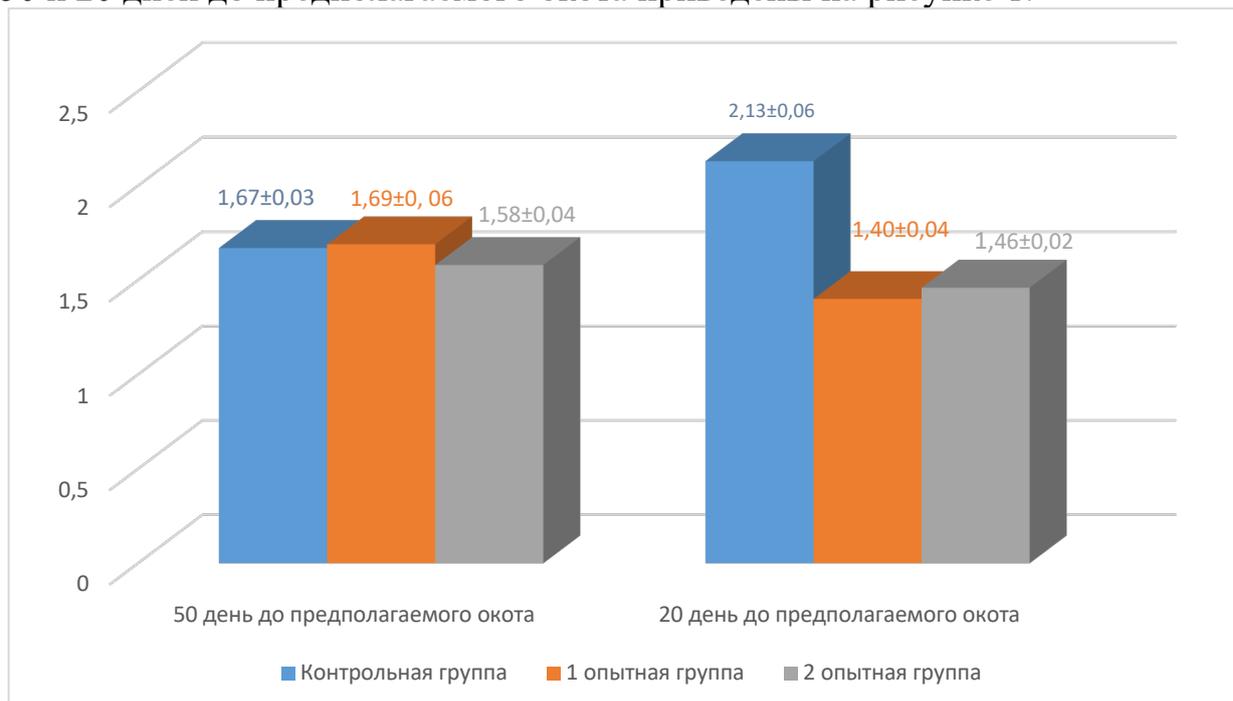


Рисунок 1. Содержание ДК в плазме крови коз в период последней трети сукозности, в мкмоль/мл.

Содержание ДК в плазме крови сукозных маток за 50 дней до предполагаемого окота в контроле и опытной группе 1 было практически на одном уровне и на 5,7 % выше, чем в Опытной группе 2, козы которой уже за 10 дней до забора крови получали препарат «Катазалан». При приближении родов окислительные процессы в организме коз усилились и за 20 дней до предполагаемого окота, продукция ДК в контрольной группе увеличилась на 27,5 %. В опытных группах наблюдалось снижение этого показателя, в опытной группе 1, козы которой получали препарат «Айсидивит» на 20,7 %, а в опытной группе 2, под влияние препарата «Катазалан» на 6,75 %. Это характеризует работу препаратов. Животные опытной группы 1 препарат начали получать на 10 дней раньше, и к периоду забора крови, он уже в течение этого времени выполнял свою работу, снижая процессы ПОЛ в крови. Уменьшение количества ДК в плазме крови козоматок в опытной группе 1 находилось в прямо пропорциональной зависимости от содержания в крови Витамина Е, поскольку он обладает антиоксидантными свойствами, снижал уровень процессов ПОЛ в крови, который отразился на показателях ДК.

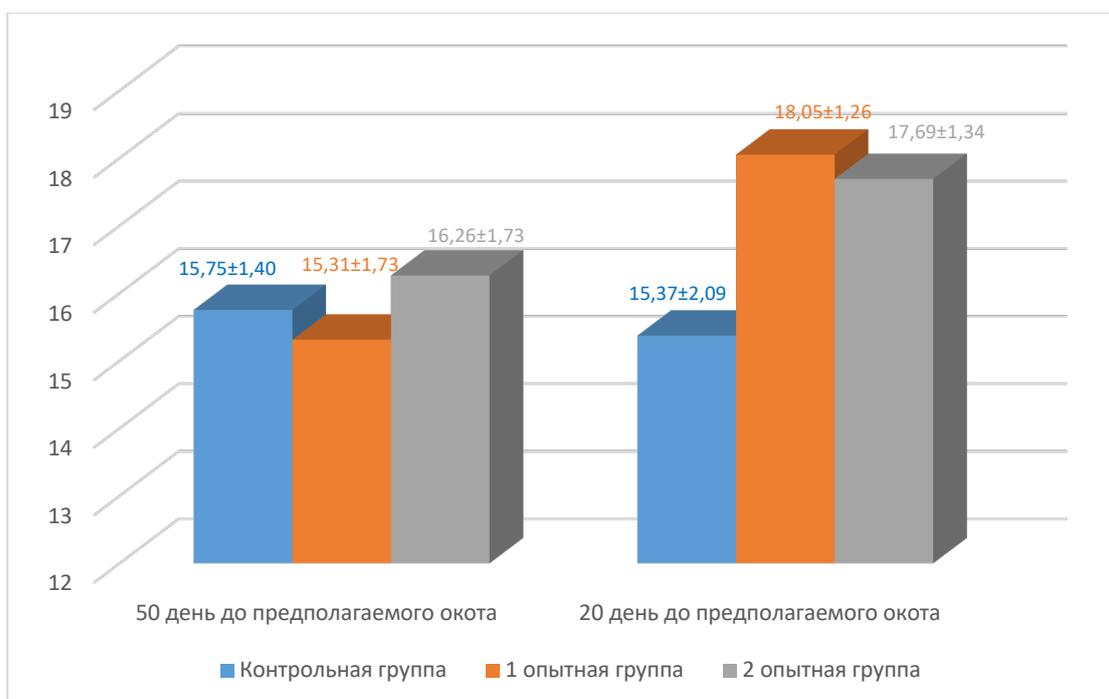


Рисунок 2. Содержания Витамина Е (α -токоферола) в плазме крови коз в период последней трети сукозности, в мкмоль/л.

За 50 дней до предполагаемого окота содержание Витамина Е в плазме крови сукозных коз самым низким было в опытной группе 1 на 2,8 % меньше, чем в контрольной группе и на 11,0 %, чем в опытной группе 2, что свидетельствует об усиленном течении процессов ПОЛ и слабой работе собственной АОЗ. При заборе крови за 20 дней до предполагаемого окота ситуация изменилась, в опытной группе 1 под влиянием препарата «Айсидивит» уровень Витамина Е увеличился на 22,5 % и стал выше, чем в опытной группе 2, где применяли препарат «Катазалан» на 2,0 %.

Известно, что процессы ПОЛ усиливаются в первые месяцы лактации, после перенесенного после родового стресса и собственной АОЗ организма коз после окота недостаточно для снижения процессов ПОЛ. Содержание Витамина Е (α -токоферола) в плазме крови коз в после окотный период под влиянием антиоксидантных препаратов было исследовано нами в течение трех месяцев лактации (рисунок 3). В группе интактных животных содержание Витамина Е в плазме крови во все периоды забора крови было гораздо ниже, чем в опытных группах. Анализ этой ситуации в опытных группах показал, что в опытной группе 1 под влиянием препарата «Айсидивит» уровень Витамина Е был выше, чем в опытной группе 2, где использовали препарат «Катазалан» и самым высоким в разгар лактации на третьем месяце на 7,7 % выше.

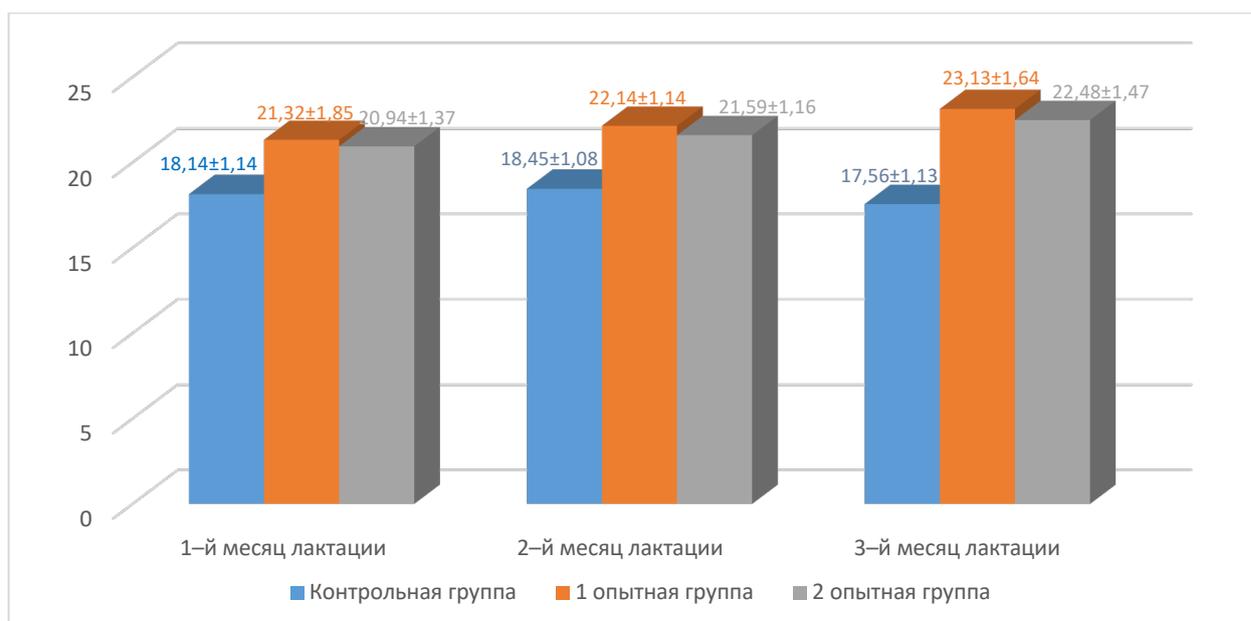


Рисунок 3. Содержание Витамина Е (α -токоферола) в плазме крови коз в после окотный период, мкмоль/л.

Содержание Витамина Е в молоке имеет важное значение, поскольку характеризует его качество. Поскольку молоко является продуктом крови, то содержание витамина в молоке было идентично содержанию его в крови (рисунок 4). Анализ содержания Витамина Е в молоке коз на протяжении трех месяцев лактации показал, что в молоке коз опытной группы 1 содержание его было выше по сравнению с контролем и опытной группой 2. В период разгара лактации, на третьем месяце, величина содержания Витамина Е в опытной группе 1 была на 23,7 % достоверно выше по сравнению с контролем и на 3,9 % по сравнению с опытной группой 2.

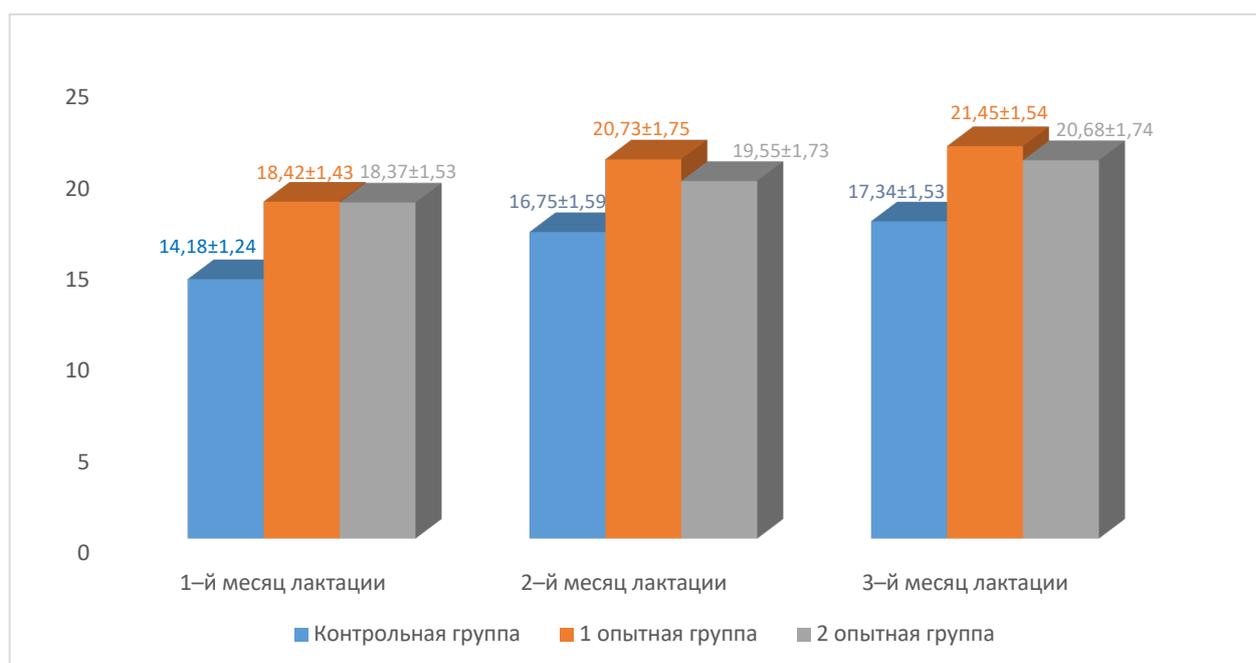


Рисунок 4. Содержание витамина Е (α -токоферола) в молоке коз, мкмоль/л.

Результаты проведенных исследований позволили установить, что применение препаратов «Айсидивит» и «Катазалан» содержащих антиоксидантные составляющие сукозным козам в транзитный период положительно отразилось на динамике содержания Витамина Е или α -токоферола, как в крови, так и в молоке коз, способствуя снижению процессов ПОЛ, о которых судили по уровню продукции ДК.

Список источников

1. Венцова И. Ю. Особенности перекисидации липидов у сухостойных и лактирующих высокопродуктивных молочных коров / И. Ю. Венцова // Сельскохозяйственная биология. – 2011 – № 4 – С. 67-71.
2. Дудин В. И. Биохимия витамина Е и связанных с ним биологически активных веществ / В. И. Дудин // М., 2004. – 256 с.
3. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие /Под ред. акад. РАСХН А. П. Калашникова, Н. И. Клеймёнова, проф. В. В. Щеглова. – М.: Знание, 2003. – 400 с.
4. Каширина, Л. Г. Влияние антиоксидантов в виде витаминсодержащих препаратов на качественные показатели молока и жирнокислотный состав творога, изготовленного из него / Л. Г. Каширина, К. А. Иванищев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2(38). – С. 142-148.
5. Кулаков, В. В. Стресс как фактор снижения продуктивности животных / В. В. Кулаков, Н. О. Панина // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 96-100.
6. Павлова, Л. А. Влияние антиоксидантных препаратов на гематологические показатели и продуктивность коз зааненской породы / Л. А. Павлова, Л. Г. Каширина // Актуальные проблемы и приоритетные направления развития современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, Рязань, 11 апреля 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 240-245.

© Павлова Л. А., Каширина Л. Г. 2025

Научная статья
УДК 577(0.75.8)

Использование биотехнологического метода производства амилолитических ферментов

Иван Владимирович Половинчук, Татьяна Сергеевна Нурпеисова, Самвел Николаевич Николаенко, Елена Александровна Губарева
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени
И.Т. Трубилина,
г. Краснодар

Аннотация: Амилолитические ферменты играют важную роль в пищевой промышленности, биотехнологии и в медицине. Эти ферменты являются ключевыми в процессе расщепления полисахаридов, таких как крахмал и гликоген, на более простые молекулы, такие как глюкоза, которые могут быть легко усваиваемыми.

Ключевые слова: амилолитические ферменты, очистка, биотехнология

Using a biotechnological method for the production of amylolytic enzymes

Ivan V. Polovinchuk, Tatyana S. Nurpeisova, Samvel N. Nikolaenko, Elena A. Gubareva
FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar

Abstract: Amylolytic enzymes play an important role in the food industry, biotechnology and medicine. These enzymes are key in the process of breaking down polysaccharides such as starch and glycogen into simpler molecules such as glucose, which can be easily digested.

Keywords: amylolytic enzymes, purification, biotechnology

Современные биотехнологические подходы, основанные на использовании ферментных препаратов перспективны в области специализированной продукции с заданными функциональными характеристиками и контролируемым составом. На современном этапе развития отрасли широкое распространение получили ферментные препараты, продуцируемые микроорганизмами, благодаря их высокой каталитической активности, стабильности и технологической гибкости.

Известно несколько способов получения ферментов как микробиологическим синтезом, так и с помощью химических процессов. Производители ферментов должны быть генетически стабильными, обладать высокой скоростью роста, иметь повышенную активность, а культивирование должно проходить строго в стерильных условиях. Химический синтез используют при получении

аминокислот, фруктозы, сахарозы и ферментов для текстильных и косметологических отраслей [1].

Выделение ферментных препаратов из клеток микроорганизмов и особенно из культуральной среды после их выращивания проще и экономичнее, чем из растительных и животных тканей. Ряд ферментов, таких как танназа, рацемаза, кератиназа, способны синтезироваться только методом микробиологического синтеза. Использование ферментов, полученных методом микробного синтеза в пищевой промышленности, является наиболее безопасным, экономически рентабельным и перспективным подходом в создании функциональных продуктов питания [5,6].

Применение ферментов в пищевой промышленности требует их функционирования в условиях более высоких температур, отличных от их естественной среды. Стабилизация ферментов позволяет увеличивать длительность их работы, зачастую включая их иммобилизацию. Ферментеры, используемые для культивирования микроорганизмов с целью получения ферментов, бывают непрерывного и периодического действия. Поверхностная ферментация обладает большей производительностью с высокой концентрацией продукта, а также меньшим количеством сточных вод, что приводит к наименьшей обработке. Глубинная ферментация является более востребованным методом крупномасштабного производства ферментов.

Амилолитические ферменты представляют собой биокатализаторы, широко применяемые в пищевой промышленности для интенсификации технологических процессов. Основная функция заключается в катализе гидролиза крахмала и его производных, что способствует повышению эффективности и улучшению органолептических характеристик готовой продукции. Амилолитические ферменты находят применение в хлебопекарной, пивоваренной, винодельческой отраслях, а также при производстве этилового спирта и иных пищевых продуктов. В зависимости от технологических требований используются различные типы амилаз, обладающие специфической субстратной специфичностью и каталитическими свойствами. К числу данных ферментов относят α -амилазу, β -амилазу, экзо-1,4- α -глюкозидазу, олиго-1,6-глюкозидазу, амило-1,6-глюкозидазу, пуллуланазу и изоамилазу [3].

В крахмалопаточной промышленности особое значение имеют ферментные препараты очищенной глюкоамилазы, применяемые с целью получения кристаллической глюкозы и патоки с заданным углеводным профилем. Оптимальные условия функционирования данного фермента включают рН 4,5–5,5 и температурный диапазон 58–60°C, при которых достигается высокий выход глюкозы, составляющий до 93,0%. Препараты глюкоамилазы также используются в жидкой форме после предварительной очистки методом ультрафильтрации. Совместное применение глюкоамилазы и пуллулаказы позволяет значительно интенсифицировать процесс осахаривания, сокращая его длительность до 48 часов, снижая расход глюкоамилазы вдвое и повышая выход кристаллической глюкозы на 2,0–2,5%. [2,4].

При очистке ферментных препаратов, используемых в пищевой промышленности акцент, делается на экономичность, безопасность и возможность масштабирования. Поэтому часто используются методы очистки, которые позволяют получить ферменты достаточной чистоты без больших затрат. Например, осаждение сульфатом аммония, ультрафильтрация, гель-фильтрация и кристаллизация. Эти методы используются на начальных и финальных стадиях, чтобы удалить ненужные примеси и сохранить активность фермента.

В медицине и фармацевтике требования к чистоте ферментного препарата выше, так как они используются для терапевтических целей и диагностики. Здесь применяются более сложные и дорогостоящие методы: афинная хроматография, иммуноафинная очистка, изоэлектрическое фокусирование и рекомбинантные технологии.

Список источников

1. Беспалов, А. В. Современные подходы к биотехнологии ферментов / А. В. Беспалов // Вестник биотехнологии. – 2021. – Т. 18. – С. 99–105.
2. Завгородняя, П. П. Методы физико-химического определения витамина В12 / П. П. Завгородняя, А. Г. Кузнецов, Е. В. Слипченко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IX Всеросс. (нац.) науч. конф. с междунар. участ. – Новосибирск, 2024. – С. 533–537.
3. Половинчук, И. В. Значение амилолитических ферментов в пищевой промышленности / И. В. Половинчук, Е. В. Слипченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по мат. 79-й науч.-практ. конф. студ. по итогам НИР за 2023 г. : в 2 ч. – Краснодар, 2024. – Ч. 2. – С. 823–824.
4. Слипченко, Е. В. Биоцифровая конвергенция и её значение в современном мире / Е. В. Слипченко, Е. А. Губарева // Экономика, управление и финансы: новые подходы и решения : тез. докл. и выступл. Всерос. (с междунар. участ.) науч.-практ. конф. – 2025. – С. 593–597.
5. Слипченко, Е. В. Использование инновационных методов определения пищевых компонентов в здоровом питании / Е. В. Слипченко, Е. А. Губарева, А. Д. Базык, М. И. Уманский, А. А. Брагин // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Майкоп, 2024. – С. 257–261.
6. Ткачева, Е. Д. Микроорганизмы, используемые при производстве хлебобулочных изделий. Микроорганизмы-вредители хлебопекарного производства: материалы молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век», 2022. – С. 200–203.

© Половинчук И.В., Нурпеисова Т.С., Николаенко С.Н, Губарева Н.А., 2025

Совершенствование метода контроля риванола в иммуноглобулине антирабическом из сыворотки крови лошади

Анастасия Александровна Савенкова¹, Сергей Вячеславович Генералов¹, Елена Геннадьевна Абрамова^{1,2}, Ирина Витальевна Шульгина¹, Оксана Анатольевна Лобовикова¹, Анна Сергеевна Феськова¹, Алексей Константинович Никифоров^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, г. Саратов

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. Целью работы явилось исследование возможности применения высокоэффективных оптических методов (спектрофотометрии и флуориметрии) определения содержания остаточного риванола в иммуноглобулине антирабическом из сыворотки крови лошади для обеспечения безопасности, эффективности и качества лекарственного средства. Результаты экспериментов показали, что предложенные методы обеспечивают более высокую чувствительность и специфичность по сравнению с действующей методикой.

Ключевые слова: иммуноглобулин антирабический, риванол, оптические методы

Improvement of the method of rivanol control in antirabies immunoglobulin from horse blood serum

Anastasia A. Savenkova¹, Sergey V. Generalov¹, Elena G. Abramova^{1,2}, Irina V. Shulgina¹, Oksana A. Lobovikova¹, Anna S. Feskova¹, Alexey K. Nikiforov^{1,2}

¹FKUN Russian Anti-Plague Institute «Microbe», Rospotrebnadzor, Saratov

²Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The aim of the work was to investigate the possibility of using high-performance optical methods (spectrophotometry and fluorimetry) to determine the content of residual rivanol in antirabies immunoglobulin from horse blood serum to ensure the safety, efficacy and quality of the drug. The results of experiments showed that the proposed methods provide higher sensitivity and specificity compared to the current methodology.

Keywords: antirabies immunoglobulin, rivanol, optical methods

Одним из ключевых направлений реализации Стратегии развития фармацевтической промышленности в России на период до 2030 года является совершенствование системы контроля за производством лекарственных средств. Это включает в себя оптимизацию механизмов контроля, обеспечивающих соответствие всех этапов технологического процесса заявленным производителем стандартам [1].

Гармонизация требований к качеству, а также создания новых и обновление ранее существовавших стандартов, методических руководств и рекомендаций, охватывающих все этапы производства и контроля качества лекарственных препаратов, остаются важными задачами системы стандартизации в данной области. основополагающим документом, имеющим законодательный характер, является Государственная фармакопея, состоящая из общих фармакопейных статей и фармакопейных статей. В этих статьях представлены основные методы анализа, а также перечень нормируемых показателей и методов испытаний для различных лекарственных форм. Государственная фармакопея устанавливает требования к конкретным лекарственным средствам [2].

Антирабический иммуноглобулин (АИГ) — это фракции гамма-глобулина, извлекаемые из сыворотки крови иммунизированных людей или животных. Он назначается при укусах животных с подозрением на бешенство для обеспечения пассивного иммунитета к вирусу бешенства до начала формирования антител после введения антирабической вакцины [3].

Контроль производства препарата антирабического иммуноглобулина из сыворотки крови лошади должен проводиться в строгом соответствии с установленной спецификацией. По национальным правилам это требование осуществляется в соответствии с ФС.3.3.1.0038.15 Иммуноглобулин антирабический из сыворотки крови лошади (ГФ РФ XIV).

На сегодняшний день лекарственные препараты, зарегистрированные в соответствии с национальным законодательством, должны быть адаптированы к требованиям международных договоров и актов, регулирующих право Евразийского экономического союза (ЕАЭС), до 31 декабря 2025 г. [4]. По этой причине ведется работа над созданием Фармакопеи ЕАЭС, которая будет служить единым нормативным документом для стран-участниц союза. Целью разработки фармакопеи является обеспечение безопасности, эффективности и качества лекарственных средств, а также упрощение обращения и взаимного признания результатов контроля между государствами-участниками [5].

Относительно соответствия требованиям ЕАЭС для АИГ, в настоящее время существует нормативная база, представленная лишь Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 г. N 89 «Об утверждении Правил проведения исследований биологических лекарственных средств ЕАЭС». Этот документ содержит рекомендации по производству и контролю качества лекарственных препаратов, включая гетерологичные иммуноглобулины и сыворотки. Также имеется проект фармакопейной статьи Фармакопеи ЕАЭС «Иммуноглобулины и иммунные сыворотки гетерологичные для медицинского применения» (одобрен 15.06.2023г. - 14.08.2023 г.) [6,7].

Усовершенствование контроля физико-химических параметров качества лекарственных препаратов, в частности биопрепаратов, это непрерывный процесс, связанный с постоянным развитием биотехнологий и совершенствованием нормативно-правовой базы современным требованиям к медицинским препаратам для повышения эффективности и надежности контроля качества. Целью данного процесса является обеспечение фармацевтического рынка лекарственными средствами, отвечающим высоким стандартам качества, установленным как на национальном, так и на международном уровне. Данный процесс подразумевает непрерывную разработку и внедрение инновационных, высокотехнологичных методов контроля в производство.

Специалистам, занимающимся контролем качества лекарственного препарата, необходимо отслеживать новые и актуализировать имеющиеся методы анализа применительно к собственному производству. Активное внедрение высокотехнологичного оборудования в лабораторную практику способствует разработке новых методик контроля качества с большей чувствительностью и точностью [8, 9].

Контроль показателей качества отечественного препарата антирабического иммуноглобулина производства ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» осуществляется в соответствии с НД Р N002639/01-241122, основанной на национальном стандарте. Нормативная документация включает следующие показатели: описание, подлинность (видоспецифичность, специфичность антител), прозрачность, цветность, рН, механические включения, содержание белка, электрофоретическая однородность, содержание остаточного риванола и остаточного спирта этилового, стерильность, пирогенность, аномальная токсичность, специфическая активность, извлекаемый объем. Также предусмотрены тесты контроля иммуноглобулина антирабического разведенного 1:100, который выпускается в комплекте с вышеуказанным препаратом. Эти тесты включают: описание, рН, прозрачность, цветность, белок, стерильность, извлекаемый объем. Установлены требования к упаковке и маркировке препарата.

Определение показателя «риванол» связано с технологическими этапами получения АИГ. Осаждение балластных белков (альбумины и бета-глобулины) сыворотки крови осуществляют водным раствором риванола, который в последующем удаляют фильтрацией. Полноту его удаления оценивают, как в процессе производства гамма-глобулина, так и в готовом препарате методом визуального сравнения [10].

Риванол (этакридина лактат, 2-этокси-6,9-диаминоакридина лактат) представляет собой желтый кристаллический порошок без запаха, горького вкуса. Мало растворим в воде и спирте, легко растворим в горячей воде, практически нерастворим в эфире. Растворы риванола имеют желтый цвет и проявляют характерную желто-зеленую флуоресценцию в УФ-свете. В медицине применяется преимущественно в качестве наружного средства, обладающего антисептическим свойством и малой токсичностью, в таких

областях как: хирургия, дерматология, гинекология, урология, стоматология и др. [11, 12].

Метод контроля содержания риванола заключается в сравнении препарата иммуноглобулина со стандартным раствором риванола в концентрации 0,2 мкг/мл в источнике ультрафиолетового излучения [13]. Действующий способ определения является качественным и может быть подвержен субъективному влиянию эксперта. Следовательно, использование оптических инструментальных методов для выявления примеси риванола представляет собой актуальную задачу. Известны различные подходы к определению этакридина лактата в фармацевтических препаратах и биологических образцах, включая хроматографические [14, 15], флуориметрические [16], фотокинетические [17] и спектрофотометрические [18, 19, 20] методы. Анализ имеющихся данных указывает, что наибольшую чувствительность демонстрируют методы, основанные на высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в сочетании с твердофазной экстракцией [14] и флуориметрией [16].

В наших исследованиях продемонстрирована перспективность спектрофотометрического и флуориметрического методов для контроля содержания примеси риванола в иммунобиологическом лекарственном препарате иммуноглобулине антирабическом из сыворотки крови лошади. Были оценены валидационные параметры рассматриваемых методов определения риванола в исследуемом препарате. Установлены максимумы поглощения и флуоресценции растворов риванола, иммуноглобулина и их смеси.

Для определения содержания риванола в АИГ в концентрации 0,2 мкг/мл (в соответствии с действующей методикой) методом спектрофотометрии были выбраны длины волн 362 нм и 410 нм, которые не перекрывались пиком иммуноглобулина. В этом методе предел обнаружения составил 0,01 мкг/мл. При флуориметрическом исследовании растворов иммуноглобулина и риванола выявлены пики специфичные для каждого из них. Максимум флуоресценции при определении этакридина лактата регистрировали при длине волны 510 нм. Его предел обнаружения данным способом составил 0,001 мкг/мл.

Предложенные методы анализа характеризуются высокой специфичностью и чувствительностью, не требуют сложной подготовки проб и дополнительных реактивов. Благодаря высокой чувствительности и воспроизводимости результатов, флуориметрия является предпочтительным методом для количественного определения примесей риванола в иммуноглобулине антирабическом, произведённом из сыворотки крови лошади. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при анализе остаточного содержания этакридина лактата и в других лекарственных препаратах, где его применяют в процессе производства. Результаты настоящего исследования могут послужить основой для разработки быстрой, надёжной и экономичной методики анализа примеси риванола в различных лекарственных формах.

Список источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» от 07.06.2023 № 1495-р // Правительство России. — 2023. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/148150/>.
2. Буданов, С.В., Бунятян Н.Д., Багирова В.Л. Совершенствование методологии фармацевтической (фармакопейной) экспертизы - путь к повышению качества лекарственных средств //Вестник Росздравнадзора. – 2009. – № 4. – С. 66-70.
3. Абрамова Е.Г., Никифоров А. К., Мовсесянц А.А., и др. Бешенство и антирабические иммунобиологические препараты: от прививки Пастера к современным биотехнологиям //Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2019. – №5. – С. 83–94. DOI: 10.36233/0372-9311-2019-5-83-94.
4. Решение Совета Евразийской экономической комиссии «О Правилах регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения» от 03.11.2016 г. № 78.
5. Соглашение о единых принципах и правилах обращения лекарственных средств в рамках Евразийского экономического союза от 23.12.2014 г. – (ратифицировано Федеральным законом от 31.01.2016 № 5-ФЗ, вступило в силу для Российской Федерации 12.02.2016 г.).
6. Евразийская экономическая комиссия: сайт. – 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/584/OFS-Immunoglobuliny-i-immunnye-syvorotki-geterologichnye-dlya-med-primeneniya.pdf>.
7. Решение Совета Евразийской экономической комиссии «Об утверждении Правил проведения исследований биологических лекарственных средств ЕАЭС» от 03.11.2016 г. № 89.
8. Ковалева Е.Л., Золотов Ю.А., Сомов Д.В. Обеспечение качества лекарственных средств: основные научные подходы и методы контроля. Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения //Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2023. – №13(3). – С. 368-375. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2023-13-3-368-375>.
9. Васильев А.Н., Реутская Л.А., Байдуллаева Ш.А., Горячев Д.В., Гавришина Е.В., Ниязов Р.Р. Качество лекарственных препаратов. Суть вопроса и зарубежный опыт //Ремедиум. - 2014. - № 10. - С. 14-27.
10. Абрамова Е.Г., Никифоров А.К., Жулидов И.М., Селезнева А.Г., Савицкая Л.В., Лобовикова О.А., Генералов С.В. Оптимизация депирогенизирующей фильтрации раствора гетерологичного антирабического иммуноглобулина //Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2015. – №11(1). – С. 34–38.
11. Селифонов А. А., Наумова Г. Н., Тучин В. В. Определение коэффициента диффузии препарата Риванол в ткани слизистой щеки человека in vitro

//Молекулярная медицина. – 2019. – №17(6). – С. 38–43. <https://doi.org/10.29296/24999490-2019-06-07>.

12. Этакридина лактат// Государственная Фармакопея РФ. М.: Медицина. – 1968. – 10-е изд. – С. 65-66.

13.ФС.3.3.1.0038.15 Иммуноглобулин антирабический из сыворотки крови лошади.

14.Guo Z, Wei D, Gan N, Xie H, Yu X. Determination of ng rivanol in human plasma by SPE-HPLC method //J Chromatogr Sci. – 2007. – №45(6). – С. 325–329. doi: 10.1093/chromsci/45.6.325.

15. Jain P.S., Jivani H.N., Khatal R.N., Surana S. (2011). Development and validation of RP-HPLC method for estimation of ethacridine lactate in bulk and in pharmaceutical formulation //Pharmaceutical Methods. – 2011. – №2. – С. 112–116. doi: 10.4103/2229-4708.84453

16. Palarie I., Varut M.C., Chirigiu L.M.E. Method of determination of rivanol by laser induced fluorescence //Rev. Chim. – 2019. – №70(1). – С. 140–142. doi: 10.37358/RC.19.1.6868

17. Martinez-Lozano C., Perez-Ruiz T, Tomas V. Determination of acriflavine, rivanol, acridine orange, acridine yellow and proflavine by a catalytic photokinetic method //Talanta. – 1989. - №36(5). – С. 567-71. doi: 10.1016/0039-9140(89)80125-0

18. Becic E., Spahic V., Becic F., Belmalmamovic, Dedic M., Ziga N. Development and validation of new UV spectrophotometric method for determination ethacridine lactate in solution during the period of use //Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2018. – № 9(6). – С. 1422–1427.

19. Jain P.S., Surana S.J. Spectrophotometric determination of ethacridine lactate in infusion //Pharm Methods. – 2011. – №2(3). – С. 189–92. doi: 10.4103/2229-4708.90361

20. Venumadhav E., Praveen P. S., Neha T., Bhargavi P., Rao G. D. Development and validation of novel spectrophotometric methods for the determination of ethacridine lactate in bulk //Material Science Research India. – 2010. – №7(2). – С. 487–490.

© Савенкова А.А., Генералов С.В., Абрамова Е.Г., Шульгина И.В., Лобовикова О.А., Феськова А.С., Никифоров А.К., 2025

Применение сырья растительного происхождения для производства кисломолочного продукта функционального назначения

Петр Владимирович Смутнев, Никита Михайлович Плынин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Разработана рациональная технология и рецептура нового йогурта функционального назначения с применением растительного сырья.

Представленные в исследовании результаты показывают, что наилучшим продуктом стал экспериментальный вариант йогурта имеющий в своем составе 10% сироп инжира. Данный образец превосходит другие по органолептическим качествам, а физико-химические показатели соответствовали нормируемым показателям. Йогурт с сиропом инжира является натуральным продуктом, отличается оригинальными органолептическими характеристиками и содержит биологически активные вещества: микро- и макроэлементы, витамины, антиоксиданты. Проведенная оценка качества нового йогурта обогащенного показала, что массовая доля жира, молочного белка, углеводы, а также показатель кислотности соответствуют нормативным показателям.

Ключевые слова: йогурт, функциональный продукт, инжир

Application of raw materials of plant origin for the production of fermented milk product of functional purpose

Petr V. Smutnev, Nikita M. Plynin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. A rational technology and recipe for a new functional yogurt using plant-based raw materials have been developed. The results presented in the study show that the best product was the experimental version of yogurt containing 10% fig syrup. This sample surpasses others in organoleptic qualities, and the physicochemical indicators corresponded to the standardized indicators. Yogurt with fig syrup is a natural product, has original organoleptic characteristics and contains biologically active substances: micro- and macroelements, vitamins, antioxidants. The conducted quality assessment of the new enriched yogurt showed that the mass fraction of fat, milk protein, carbohydrates, as well as the acidity index correspond to the standard indicators.

Keywords: yogurt, functional product, fig

Создание продуктов, способствующих улучшению здоровья человека при их ежедневном употреблении, является ведущей перспективой в области питания. В последние годы во всем мире широкое признание и предпочтение получило новое направление, так называемое функциональное питание, под которым подразумевается использование продуктов, оказывающих регулирующее действие на организм человека в целом. Функциональные пищевые продукты содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость заболеваниям, способные регулировать физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни. Важно учитывать сочетаемость обогащаемых продуктов питания с функциональными ингредиентами с учетом химического взаимодействия, а также биоусвояемость при попадании в пищеварительный тракт.

Цель исследований разработать рецептуру кисломолочного продукта функционального назначения с добавлением сиропа инжира.

Плоды инжира являются богатым источником калия, снижающего кровяное давление, что особенно важно для людей, страдающих гипертонией. Инжир также является источником клетчатки, способствующей похудению: клетчатка улучшает перистальтику кишечника, регулирует его работу, предотвращает запоры. Содержащийся в инжире пектин снижает уровень холестерина в организме. В листьях, мякоти и кожуре плодов концентрируется огромное количество антиоксидантов, замедляющих окислительные процессы в организме. Также инжир является хорошим источником кальция.

Добавление сиропа инжира в йогурт может придать новому продукту приятный аромат и оригинальный вкус, не говоря уже о полезных веществах, содержащихся в инжире.

Сироп инжира вносили после сквашивания в перемешанный и частично охлажденный сгусток и перемешивали до равномерного его распределения.

Было приготовлено 4 образца экспериментальных йогуртов путем добавления сиропа инжира в нормализованное молоко в различных концентрациях – 5, 10, 15 и 20%. Предварительно был получен контрольный образец по традиционной технологии без добавления фитокомпонента.

При разработке рецептур с использованием новых наполнителей изучали влияние наполнителей на процесс сквашивания, поскольку их внесение в молочную смесь изменяло условия для роста микроорганизмов закваски, что в свою очередь оказывало влияние на качество готового йогурта. Сквашивание йогурта считали законченным при достижении титруемой кислотности 75-90°Т. Сквашивание смеси сиропа инжира с нормализованным молоком и закваской происходило примерно одинаково во всех экспериментальных образцах.

В таблице 1 представлены результаты органолептической оценки экспериментальных образцов йогурта.

Таблица 1 – Органолептические показатели экспериментальных образцов йогурта

Доля вносимого сиропа инжира, %	Вкус и запах	Цвет	Консистенция
Контроль (без внесения растит. сырья)	Чистый кисломолочный	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Нежная, тягучая, однородная по всей массе, без признаков расслоения
5	Кисломолочный. Нет выраженного привкуса и запаха наполнителя	Светло розовый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Нежная, тягучая, однородная по всей массе, без признаков расслоения
10	Приятный слегка сладковатый вкус. Нет выраженного привкуса и запаха наполнителя	Розоватый, равномерный по всей массе	Нежная, тягучая, однородная по всей массе, без признаков расслоения
15	Сладкий вкус с ощутимыми нотами наполнителя	Светло-коричневатый, равномерный по всей массе	Неоднородная по всей массе консистенция
20	Сладкий, приторный, выраженным привкусом и запахом наполнителя	Красно-коричневатый, не равномерный по всей массе	Жидкая, неоднородная консистенция с признаками расслоения

Было становлено, что консистенция йогуртов была однородной, в меру вязкой, цвета от равномерного молочно-белого до красно-коричневатого, обусловленного наличием наполнителя. Явного выделения сыворотки отмечено не было. Вкус и запах образцов варьировался от слабо выраженного до сильно выраженного фруктового (был отмечен аромат плодов инжира).

По результатам проведенной органолептической оценки оптимальной дозой внесения сиропа инжира выбрано 10%, данный образец является наилучшим, т. к. нет выраженного привкуса наполнителя, йогурт имеет равномерный по всей массе цвет, консистенция его однородная, признаков расслоения не наблюдается.

В дальнейшем были определены некоторые физико-химические показатели йогурта именно с этой концентрацией сиропа инжира. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели йогурта с сиропом инжира

Наименование показателя	Контроль	Значения
Кислотность титруемая, °Т	96,3±3,1	98,3±1,1
Активная кислотность, рН	6,52±1,3	6,32±1,2
Массовая доля белка, %	3,3±0,5	3,5±0,5
Массовая доля углеводов, %	23,1±1,3	24,3±1,1
Массовая доля жира, %	1,8±0,3	1,5±0,3
Массовая доля влаги, %	46,7±3,7	47,7±4,7
Пероксидаза	отсутствует	отсутствует

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что исследованные физико-химические показатели йогурта с добавлением сиропа незначительно отличались от показателей контрольного продукта без добавления растительного компонента.

Список источников

1. Бабухадия, К. Р. Растительные обогащающие компоненты в производстве кисломолочных продуктов / К. Р. Бабухадия, А. О. Ермолаев, В. С. Подтоптаный // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – 2019. – С. 5-11.
2. Белоногов, А. В. Особенности производства йогурта с растительным наполнителем / А. В. Белоногов, О. А. Быкова // Молодежь и наука. – 2018. – № 5. – С. 88.
3. Гаглов, А. Ч. Разработка рецептуры йогурта для функционального питания / А. Ч. Гаглов, А. Н. Негреева, Т. Н. Гаглова, В. Г. Завьялова // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 3.
4. Гинойн Р. В. и др. Йогурт с функциональными добавками растительного происхождения // Прорывные научные исследования: проблемы, пределы и возможности. – 2020. – С. 64-68.
5. Канарейкина, С. Г. Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта / С. Г. Канарейкина, Г. Р. Миннихметова, В. И. Канарейкин // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 98-105.
6. Крохта, К. Е. Разработка рецептуры молочно-растительных йогуртов функционального назначения с использованием растений-интродуцентов / К. Е. Крохта // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : Сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета, Новосибирск, 09–14 декабря 2019 года. –

Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2020. – С. 100- 102.

7. Субботина, Н. А. Применение натуральных растительных добавок в технологии производства йогурта / Н. А. Субботина // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК : сборник статей по материалам Международной научно- практической конференции, Курган, 24 марта 2022 года / Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 253-256.

8. Харитонов И.Б, Силантьева Л.А. Возможность использования добавок растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2011. №2.

©Смутнев П.В., Плынин Н.М., 2025

Разработка технологии напитка с пробиотическими свойствами на основе многокомпонентной закваски

Илья Романович Соколов, Мария Сергеевна Каночкина
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
г. Москва

Аннотация. В данном исследовании представлены результаты экспериментальной работы по разработке технологии производства обогащенных пробиотических напитков на основе вторичного сырья производства тертого какао. Проведен отбор пробиотических штаммов микроорганизмов различных видов, способных сохранять жизнеспособное состояние в присутствии данного специфического сырья, создана многокомпонентная закваска: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* № 41 – 60 %, *Lactobacillus helveticus* № 41 – 15 %, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* № 22 – 25 %.

Ключевые слова: многокомпонентная закваска, ферментированный напиток, какао-велла, функциональные продукты, альтернативные ингредиенты

Development of a beverage technology with probiotic properties based on a multi-component starter culture

Ilya' R. Sokolov, Maria' S. Kanochkina
FSBEI HE "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)", Moscow

Abstract. This study presents the results of experimental work on the development of technology for the production of enriched probiotic beverages based on secondary raw materials from roasted cocoa production. Selection of probiotic strains of microorganisms of various species capable of maintaining viability in the presence of this specific raw material has been carried out, and a multi-component starter culture has been created: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* № 41 – 60%, *Lactobacillus helveticus* № 41 – 15%, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* № 22 – 25%.

Keywords: multicomponent starter culture, fermented beverage, cocoa vella, functional products, alternative ingredients

Введение. Развитие технологии производства напитков с пробиотическими свойствами и заданными органолептическими характеристиками становится актуальным из-за растущего интереса потребителей к здоровому образу жизни и длительных периодов реабилитации после перенесенных ОРВИ заболеваний. Отмечается, что COVID-19 и новые мутирующие штаммы гриппа почти у 50% пациентов вызывают сопутствующие пищеварительные симптомы, которые варьируются от болей в животе до диареи и расстройства желудка, а также

существенное вымывание таких микроэлементов, как Mg и K, из организма. Последние исследования за 2022 и 2023 год акцентируют внимание на рекомендациях по нутритивной поддержке пациентов. Предлагается решение сложившейся проблемы в виде разработки рецептуры пищевого продукта с использованием вторичного сырья производства какао (какао-велла), содержащего пробиотической культуры микроорганизмов, микро- и макронутриенты, витамины группы B и клетчатку, для улучшения рациона человека и поддержание тонуса организма, в особенности после ОРВИ.

Цель. Разработка технологии получения пробиотического напитка на основе какао-веллы с использованием штаммов *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* и заданными органолептическими характеристиками, который может применяться для профилактики, поддержки, реабилитации при ОРВИ, бактериальных инфекциях, а также сезонных вирусных заболеваниях с осложнениями дыхательной системы и сахарного диабета 2-го типа. Задачи исследования – разработать технологию получения напитка с пробиотическими свойствами, провести комплексную оценку сенсорных характеристик продуктов и соответствующую корректировку рецептур.

Материалы и методы. Объектами исследования являются культуры пробиотических микроорганизмов – штаммы *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* №241, *Lactobacillus helveticus* №41, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* №22 и соответствующие закваски. Основные использованные методы: технология получения пробиотических напитков группы «здоровье» с помощью пробиотических микроорганизмов, оценка сенсорных показателей, метод балльной оценки показателей, в рамках которого испыталы тестировали образцы с помощью вкусового рецептора, описывая свои ощущения и ставили балльно-рейтинговую оценку по шкале от 1 до 10 по конкретным представленным им показателям, метод парного сравнения, в рамках которого испыталы сравнивали заведомо неизвестные им образцы между собой для определения более благоприятного по совокупности показателей образца.

Основные результаты. Проведены исследования 13 образцов многокомпонентной закваски из штаммов *Lactococcus Lactis* ssp *Lactis*, *Lactobacillus Helveticus*, *Lactococcus Lactis* ssp *Cremoris* на основании ГОСТ 34372-2017 от 2018-09-01. Ниже приведена таблица 1 с 3 заквасками, которые были отобраны как лучшие из-за своих биохимических, микробиологических и органолептических характеристик.

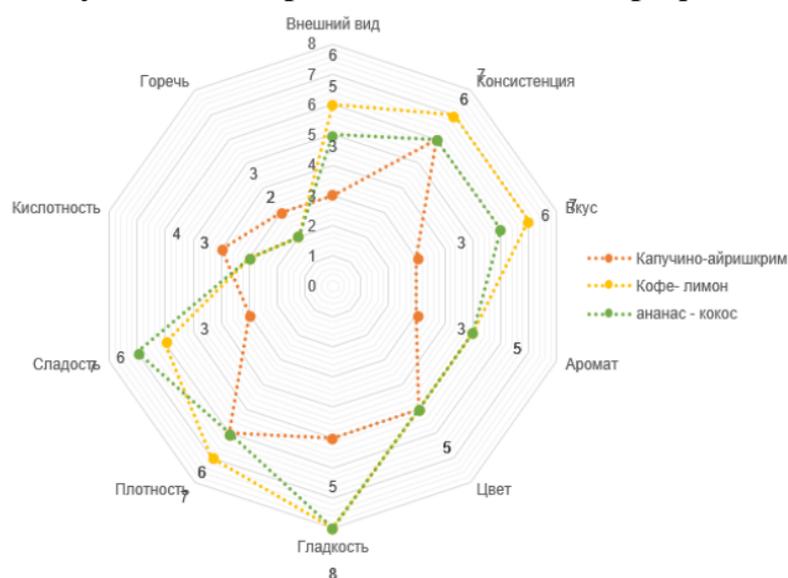
Таблица 1 – Рецептура многокомпонентной закваски

Образец	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> №241	<i>Lactobacillus helveticus</i> №41	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> №22	КОЕ/г на 3 сутки
1	75%	12,5%	12,5%	5×10^8
2	70%	15%	15%	6×10^8
3	60%	15%	25%	5×10^8

По итогу была выбрана закваска со следующим соотношением штаммов микроорганизмов: *Lactococcus Lactis* ssp *Lactis* – 60%, *Lactobacillus Helveticus* – 15%, *Lactococcus Lactis* ssp *Cremoris* – 25%. Данная закваска образует в готовом продукте на третьи сутки от внесения в молоко 5×10^8 КОЕ/г, что является удовлетворительными результатами и соответствует показателям прописанным в ГОСТ 31981-2013. Так же она имеет более приятную, мягкую и однородную текстуру и нежный вкус со сливочными нотами.

В результате проведения органолептического анализа была составлена балльная таблица, а также сводный органолептический профиль для 3-х образцов. Результаты представлены в графическом виде на рисунке 1.

Рисунок 1. — Органолептический профиль



Заключение. Разработка напитка с пробиотическими свойствами и заданными органолептическими характеристиками представляет собой значительный шаг в области пищевых технологий. В ходе исследования были определены оптимальные условия для поддержания жизнедеятельности пробиотических культур, а также разработаны рецептуры с учетом предпочтений целевой аудитории. Это позволило создать продукт, который не только полезен, но и имеет высокие органолептические показатели. Он способствует укреплению иммунитета, улучшению пищеварения и общему состоянию организма, а сочетание с приятными вкусовыми качествами делает такой напиток привлекательным для широкого круга потребителей.

Список источников

1. ГОСТ ISO 3972 — 2014 Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности. ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом "Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации" (ОАО "ВНИИС") на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта. - URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/57724/> (дата обращения: 24.10.2019) - Текст: электронный

2. ГОСТ 34372—2017. Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия. Введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в качестве национального стандарта Российской Федерации: дата введения 2018-06-01. - URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/66149/> (дата обращения: 24.10.2019) - Текст: электронный.

3. Каночкина М.С., Соколов И.Р. Разработка технологии обогащенного напитка с синбиотическими свойствами на базе отходов производства какао тертого. Хранение и переработка сельхозсырья. 2022;(4). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.332>

4. J. Choi, N. Kim, H. Y. Choi, and Y. S. Han, Effect of cacao bean husk powder on the quality properties of pork sausages. Food Sci. Anim. Resour. 39, 742 (2019).

©Соколов И.Р., Каночкина М.С., 2025

Биотестирование нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом

Светлана Владимировна Сорокина, Татьяна Владиславовна Спирихина, Заур Юрьевич Хапцев, Сергей Владимирович Иващенко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье приведены результаты биотестирования фитотоксичности нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом, состоящим из штаммов *Mycobacterium sp.* SL 22, *Pseudomonas putida* 02. Целью работы являлось биотестирование нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом. В качестве тест-объектов использовали два сорта редиса - *Raphanus sativus* L. var. *sativus* сорт «Две недели», *Raphanus sativus* L. var. *sativus* сорт «Вюрцбургский 59». Установлено, что использование бактериального консорциума снижает фитотоксичность нефтезагрязненной почвы.

Ключевые слова: *Mycobacterium sp.*, *Pseudomonas putida*, бактериальный консорциум, сырая нефть, углеводороды нефти, нефтезагрязненная почва, биоремедиация, фитотоксичность, биотестирование

Biotesting of oil-contaminated soil after treatment by a bacterial consortium

Svetlana V. Sorokina, Tatiana V. Spiriakhina, Zaur Yu. Khaptsev, Sergei V. Ivaschenko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of biotesting of phytotoxicity of oil-contaminated soil after treatment with a bacterial consortium consisting of strains *Mycobacterium sp.* SL 22, *Pseudomonas putida* 02. The aim of the work was biotesting of oil-contaminated soil after treatment with a bacterial consortium. Two varieties of radish were used as test objects - *Raphanus sativus* L. var. *sativus* variety "Two weeks", *Raphanus sativus* L. var. *sativus* variety "Wurzburg 59". It has been established that the use of a bacterial consortium reduces the phytotoxicity of oil-contaminated soil.

Keywords: *Mycobacterium sp.*, *Pseudomonas putida*, bacterial consortium, crude oil, petroleum hydrocarbons, oil-contaminated soil, bioremediation, phytotoxicity, biotesting

Введение.

Нефтяная промышленность является одной из доминирующих источников энергии для поддержания экономического и социального развития страны, но при этом выступает одной из основных источников органического загрязнения, из-за случайных разливов нефти в результате ее добычи, транспортировки и переработки. Это приводит к возникновению серьезных экологических проблем, в частности приводящих к изменению физических, химических и микробиологических свойств почв, что в свою очередь приводит к уничтожению целых популяций организмов и экосистемы в целом [6, 4].

По данным Министерства энергетики РФ и Росстата, в 2023 году на нефтепроводах было зарегистрировано 5 873 случаев порывов, в результате которых было потеряно 100,1 тыс. тонн нефти и загрязнено 122 гектар земли [1, 2]. Таким образом, актуальным является решение задач, связанных со снижением влияния таких случаев на окружающую среду, в частности на почву.

Во всем мире различные исследовательские группы работают над внедрением технологий биоремедиации участков земли, загрязненных нефтью и нефтепродуктами с использованием местных или экзогенных микроорганизмов, которая проводится в мягких физико-химических условиях, с сохранением структуры почвы и ее функциональных свойств [8]. Суть данного метода заключается в способности некоторых микроорганизмов, включая бактерии, грибы и водоросли, использовать нефть в качестве источника углерода, который в процессе жизнедеятельности преобразуется в углекислый газ и воду или малотоксичные или нетоксичные вещества. Повышение эффективности биоремедиации почв может быть достигнута за счет применения бактериального консорциума [7].

В настоящее время существуют различные методики оценки экологического состояния почв, но большинство из них являются дорогостоящими. Одним из наиболее доступных и простых методов является метод биотестирования. Он позволяет определить степень токсичности тех или иных веществ в лабораторных условиях по параметрам развития биообъектов. В качестве тест-объекта при оценке токсичности почвы используются растения во время фазы прорастания семян, которая является самой чувствительной [3].

Цель исследования.

Цель работы - биотестирование нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом.

Исходя из поставленной цели, были сформированы следующие задачи:

1. Определить антагонистическую активность микроорганизмов методом перпендикулярных штрихов;
2. Изучить устойчивость микроорганизмов к нефти;
3. Провести биотестирование нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом.

Материалы и методы.

Исследования проводились на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры «Микробиология и биотехнология» Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова.

Использованный штамм *Mycobacterium sp. SL 22* был получен из коллекции ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН, *Pseudomonas putida 02* из коллекции кафедры «Микробиология и биотехнология» Вавиловского университета.

В качестве почвы использовали универсальный грунт Peter Peat Hobby (смесь верхнего и нижнего торфа, известняковая мука, речной песок, агроперлит, комплексное минеральное удобрение), в который вносили 3 % сырой нефти, полученная из месторождения в Саратовской области. Грунт предварительно стерилизовали три раза в автоклаве при 0,5 атм. в течение 30 минут для уменьшения количества индигенной микрофлоры.

На МПА провели проверку на антагонистическую активность микроорганизмов по отношению друг к другу методом перпендикулярных штрихов и провели исследование на устойчивость микроорганизмов к нефти посредством добавления в растопленный МПА 1 % сырой нефти, стерилизованной в автоклаве при 0,5 атм. в течение 30 минут.

Каждый штамм засеивали отдельно в колбы объемом 200 мл, содержащие 100 мл МПБ. Культивирование проводилось на термостатируемом шейкере при 100 об/мин и температуре 30±1°C в течение 48 часов.

По 30 г. почвы внесли в стеклянные флаконы и провели опыт по схеме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема проведения опыта биоремедиации почвы загрязненной углеводородами нефти

Контроль		
Вода	Незагрязнённая почва	Загрязнённая почва
Контроль влияния культур		
Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 1</i>	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02 1</i>	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 1</i>
Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 2</i>	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02 2</i>	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 2</i>
Экспериментальные		
Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 1</i>	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02 1</i>	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 1</i>
Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 2</i>	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02 2</i>	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 2</i>

Содержимое флаконов тщательно перемешали, увлажнили дистиллированной водой до 60 % и поместили в термостат при 30 °С на 14 дней.

По истечению 14 дней готовили почвенные вытяжки. Для этого в опытные образцы влили 150 мл дистиллированной воды, перемешали на шейкере в течение 15 мин при 130 об/мин и 5



минут отстаивали. В воронки поместили двойные складчатые фильтры, по стеночке влили содержимое флаконов и оставили на 24 часа.

Для биотестирования нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом в качестве тест-объектов были использованы два сорта редиса: *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Две недели», *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59». Перед использованием семена промывали в стерильной воде.

В стерильные чашки Петри поместили два слоя фильтровальной бумаги, смочили 10 мл почвенной вытяжки, распределили 15 и 11 семян *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели», *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» соответственно и накрывали третьим слоем фильтровальной бумаги. Проращивание проводилось в течение 6 дней, ежедневно приоткрывая чашки для газообмена, в электрическом суховоздушном охлаждающем термостате в темноте при 20 °С.

Учитывались следующие параметры: энергия прорастания, лабораторная всхожесть семян и морфометрические показатели (длина корня и стебля). Энергию прорастания определяли на 3, а всхожесть на 6 сутки. Измерения длины стебля и корня проводили с помощью линейки с точностью до 1 мм. Основным контролем служили проростки, выросшие с использованием вытяжки с нефтезагрязненной почвой. Степень фитотоксичности обработанной почвы определяли по параметру разницы развития морфометрических показателей (P) по отношению к контролю в процентах по следующей формуле:

$$P = \frac{\text{Э} - \text{К}}{\text{К}} \cdot 100\%,$$

где Э — длина в экспериментальном образце, мм; К — длина в контроле, мм.

Полученные результаты статистически обрабатывались в программе Microsoft Excel, используя критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение.

При культивировании культур методом перпендикулярных штрихов не была выявлена антагонистическая активность микроорганизмов по отношению друг к другу (Рисунок 1).

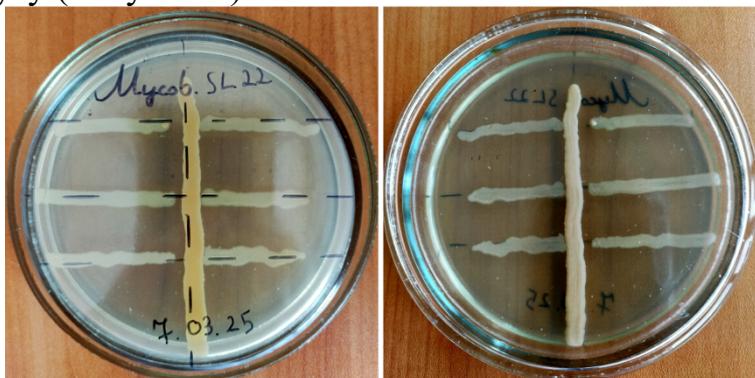


Рисунок 1. Антагонистическая активность микроорганизмов методом перпендикулярных штрихов

В чашках Петри с МПА с добавлением 1 % сырой нефти наблюдался хороший рост культур (Рисунок 2).

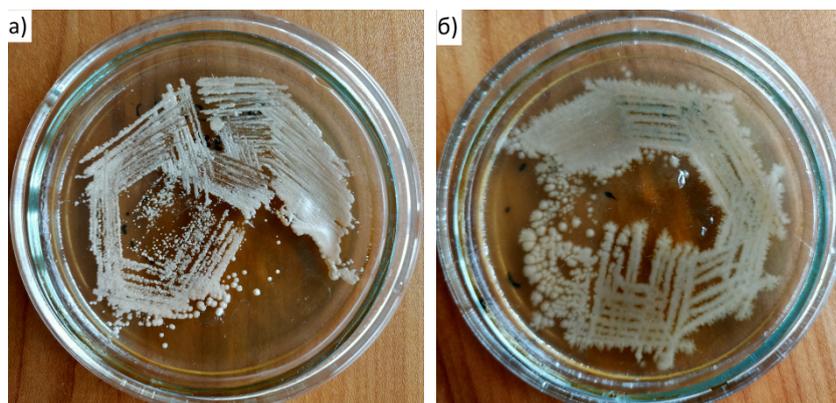


Рисунок 2. Устойчивость микроорганизмов к нефти а) *M. sp. SL 22* б) *P. putida 02*

Результаты биотестирования приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты биотестирования *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Две недели»

Шифр	Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Длина корня, мм	Длина стебля, мм
<i>Raphanus sativus L. var. sativus</i> сорт «Две недели»					
Контроль					
В	Вода	86,7%	100,0%	5,7 ±1,1	1,6 ±0,3
Н	Незагрязнённая почва	80,0%	100,0%	7,0 ±1,2	2,6 ±0,5
З	Загрязнённая почва	53,3%	93,3%	2,8 ±0,5	1,5 ±0,4
Контроль влияния культур					
Н М 1	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 1	86,7%	100,0%	7,1 ±1,4	2,5 ±0,8
Н М 2	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 2	86,7%	93,3%	8,8 ±1,9	3,0 ±0,6
Н П 1	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 1	66,7%	93,3%	7,6 ±1,0	2,2 ±0,3
П П 2	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 2	73,3%	100,0%	5,7 ±1,1	2,2 ±0,3
Н М П 1	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 1	46,7%	80,0%	7,1 ±1,7	2,6 ±0,8
Н М П 2	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 2	73,3%	93,3%	5,8 ±0,8	2,6 ±0,6
Экспериментальные					
З М 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 1	60,0%	100,0%	5,8 ±0,7	2,4 ±0,5
З М 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 2	66,7%	100,0%	4,6 ±0,8*	2,1 ±0,5
З П 1	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 1	66,7%	100,0%	5,1 ±1,1*	1,9 ±0,3
З П 2	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 2	53,3%	100,0%	6,8 ±1,1	1,2 ±0,2
З М П 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 1	73,3%	86,7%	5,2 ±1,3*	2,2 ±0,5

З М П 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 2</i>	66,7%	100,0%	5,2 ±0,5	2,5 ±0,4
------------	--	-------	--------	-------------	-------------

Примечание. Звездочкой отмечены варианты, в которых отсутствует достоверная разница между опытными и контрольными величинами.

Таблица 3 – Результаты биотестирования *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59»

Шифр	Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Длина корня, мм	Длина стебля, мм
<i>Raphanus sativus L. var. sativus</i> сорт «Вюрцбургский 59»					
Контроль					
В	Вода	45,5%	54,5%	3,8 ±0,2	1,8 ±0,2
Н	Незагрязнённая почва	63,6%	90,9%	5,9 ±2,0	1,9 ±0,5
З	Загрязнённая почва	36,4%	72,7%	3,2 ±0,5	2,1 ±0,7
Контроль влияния культур					
Н М 1	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 1</i>	54,5%	72,7%	7,3 ±1,8	2,0 ±0,4
Н М 2	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 2</i>	36,4%	90,9%	4,6 ±2,0*	1,6 ±0,8
Н П 1	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02 1</i>	63,6%	63,6%	8,2 ±1,4	1,8 ±0,4
П П 2	Незагрязнённая почва + <i>P. putida 02 2</i>	72,7%	90,9%	8,4 ±1,5	2,8 ±0,6
Н М П 1	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 1</i>	63,6%	81,8%	5,6 ±0,8	2,4 ±1,0
Н М П 2	Незагрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 2</i>	63,6%	90,9%	8,0 ±1,9	1,6 ±0,4
Экспериментальные					
З М 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 1</i>	54,5%	100,0%	5,8 ±2,2*	2,4 ±0,6
З М 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22 2</i>	72,7%	81,8%	6,1 ±2,8*	1,4 ±0,2
З П 1	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02 1</i>	63,6%	81,8%	6,1 ±1,6*	2,6 ±0,6
З П 2	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02 2</i>	54,5%	63,6%	6,3 ±0,4	2,2 ±0,6
З М П 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 1</i>	63,6%	72,7%	5,2 ±0,6	3,4 ±1
З М П 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02 2</i>	63,6%	81,8%	5,9 ±0,8	2,6 ±0,9

Примечание. Звездочкой отмечены варианты, в которых отсутствует достоверная разница между опытными и контрольными величинами.

По результатам биотестирования нефтезагрязненной почвы после обработки микроорганизмами энергия прорастания *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» и *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» наблюдалось в среднем в 1,2 и 1,7 раза выше соответственно по сравнению с контролем. По результатам биотестирования нефтезагрязненной почвы после обработки

микроорганизмами всхожесть семян *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» наблюдалось в среднем в 1,1 раза выше по сравнению с контролем, всхожесть семян *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» - в среднем увеличение незначительно. Для семян *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» наиболее высокий процент энергии прорастания и всхожести отмечался в вариантах опытов с *M. sp. SL 22* под номером 2, *P. putida 02* под номером 1 и бактериальным консорциумом под номером 1. Для семян *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» - с *M. sp. SL 22* под номером 1 и 2 (Таблица 4 и 5).

Таблица 4 – Энергия прорастания и всхожесть семян *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Две недели»

Ши фр	Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %
<i>Raphanus sativus L. var. sativus</i> сорт «Две недели»			
Контроль			
3	Загрязнённая почва	53,3%	93,3%
Экспериментальные			
3 М 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 1	60,0%	100,0%
3 М 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 2	66,7%	100,0%
3 П 1	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 1	66,7%	100,0%
3 П 2	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 2	53,3%	100,0%
3 М П 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 1	73,3%	86,7%
3 М П 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 2	66,7%	100,0%
Среднее значение:		64,4%	97,8%

Таблица 5 – Энергия прорастания и всхожесть семян *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59»

Ши фр	Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %
<i>Raphanus sativus L. var. sativus</i> сорт «Вюрцбургский 59»			
Контроль			
3	Загрязнённая почва	36,4%	72,7%
Экспериментальные			
3 М 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 1	54,5%	100,0%
3 М 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> 2	72,7%	81,8%
3 П 1	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 1	63,6%	81,8%
3 П 2	Загрязнённая почва + <i>P. putida 02</i> 2	54,5%	63,6%
3 М П 1	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 1	63,6%	72,7%
3 М П 2	Загрязнённая почва + <i>M. sp. SL 22</i> + <i>P. putida 02</i> 2	63,6%	81,8%
Среднее значение:		62,1%	80,3%

Результаты развития морфометрических показателей показали, что вытяжки из нефтезагрязненной почвы после обработки микроорганизмами положительно повлияли на развитие корня и стебля по сравнению с контрольным образцом. Но стоит отметить, что при проращивании *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» с *P. putida 02* в образце 2 и *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» с *M. sp. SL 22* в образце 2 было замечено уменьшение стебля по сравнению с контролем (Рисунок 3 и 4).

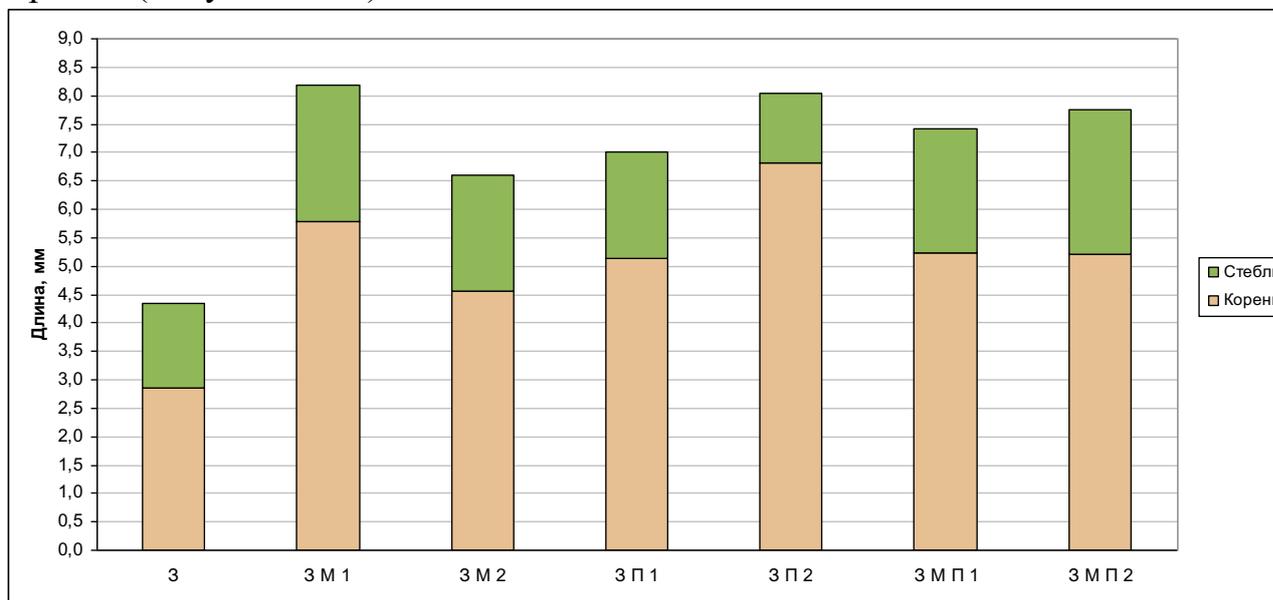


Рисунок 3. Морфометрические показатели *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Две недели»

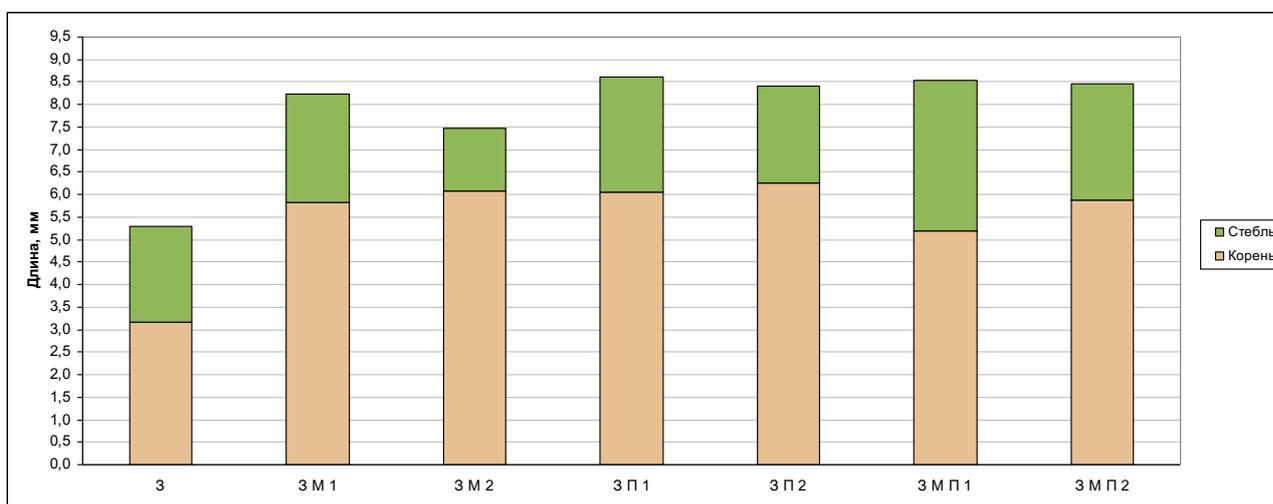


Рисунок 4. Морфометрические показатели *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59»

Исходя из контроля влияния культур, было замечено, что при добавлении *M. sp. SL 22* суммарные морфометрические показатели *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» выше, чем у остальных вариантов. Для *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» выступает вариант с добавлением *P. putida 02*. Для обоих

сортов использование комбинированной культуры находится на втором месте, тем самым, сбалансировав влияние (Рисунок 5 и 6).

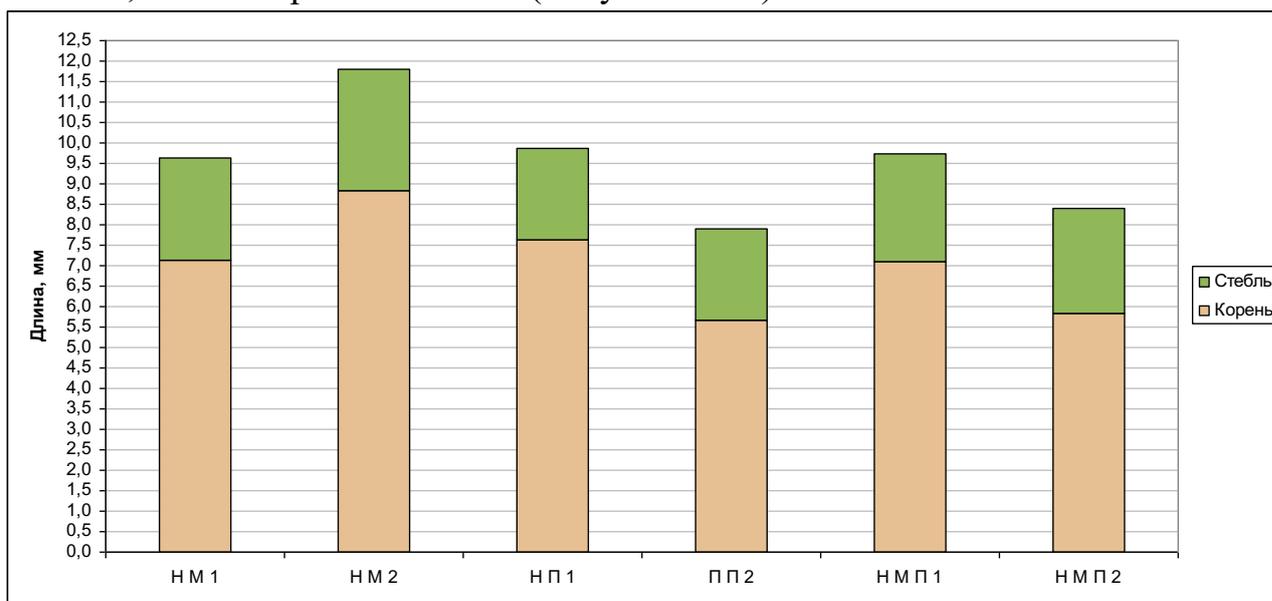


Рисунок 5. Морфометрические показатели *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Две недели»

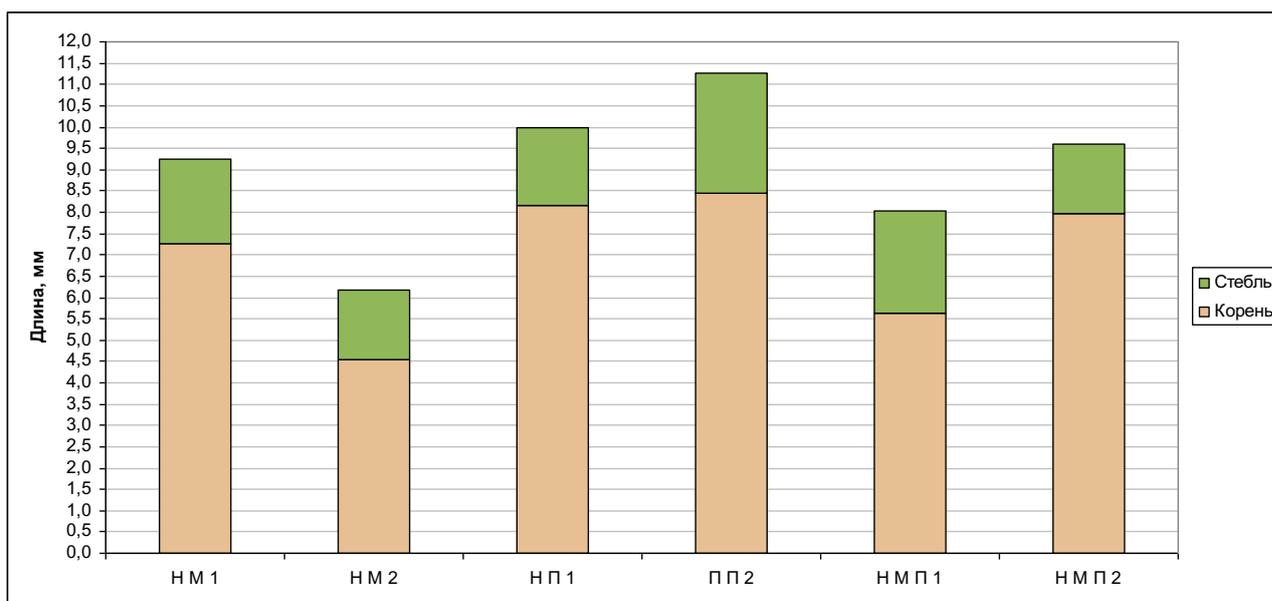


Рисунок 6. Морфометрические показатели *Raphanus sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59»

Из полученных результатов по степени фитотоксичности, определяемой по разнице параметров развития морфометрических показателей по отношению к контролю, выявилось, что использование бактериального консорциума более оптимальный вариант, так как наибольшее развитие морфометрических показателей у *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» с учётом обоих вариантов было выявлено у консорциума и составляла 84,1 % и 83,2 % по корню, 44,0 % и 68,1 % по стеблю. Из всех образцов наибольшее улучшение было замечено с *M. sp. SL 22* образца 1 и составляло 102,9 % и 60,0 % для корня и

стебля соответственно, но у второго образца замечено наименьшее увеличение длины корня по отношению к контролю и составляло 60,0 % (Рисунок 7).

Для *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» наибольший прирост замечен у образца с обеими культурами под номером один и составляло 20,2 % и 58,6 % для корня и стебля соответственно. Однако наибольшее увеличение длины корня по отношению к контролю замечено с *P. putida* 02 образца 2, но по длине стебля уступает остальным экспериментальным образцам (Рисунок 8).

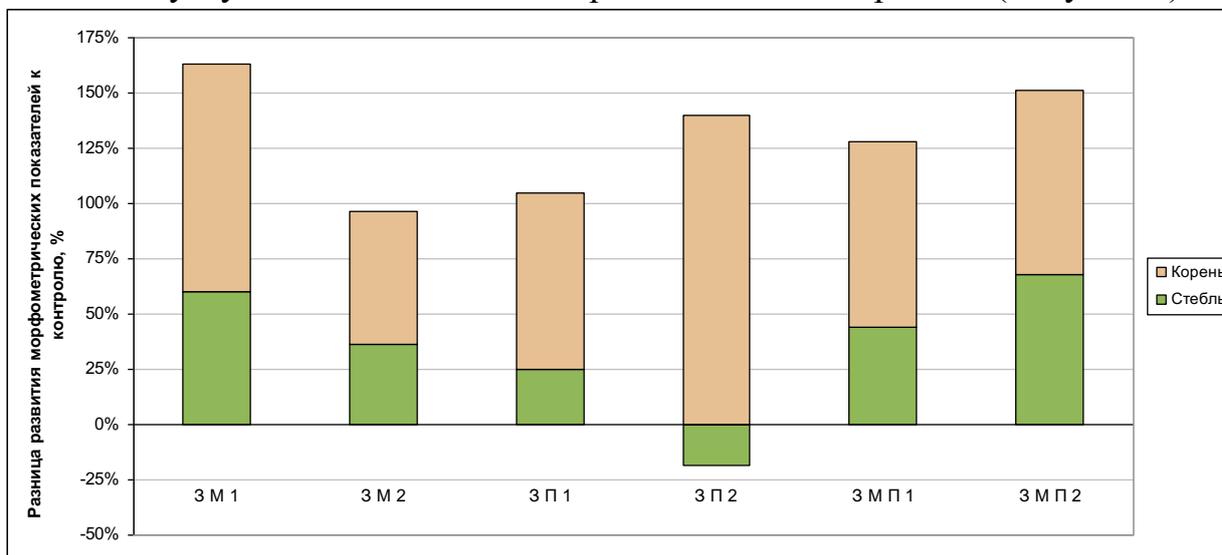


Рисунок 7. Сравнение морфометрических показателей *R. sativus L. var. sativus* сорт «Две недели» с контролем

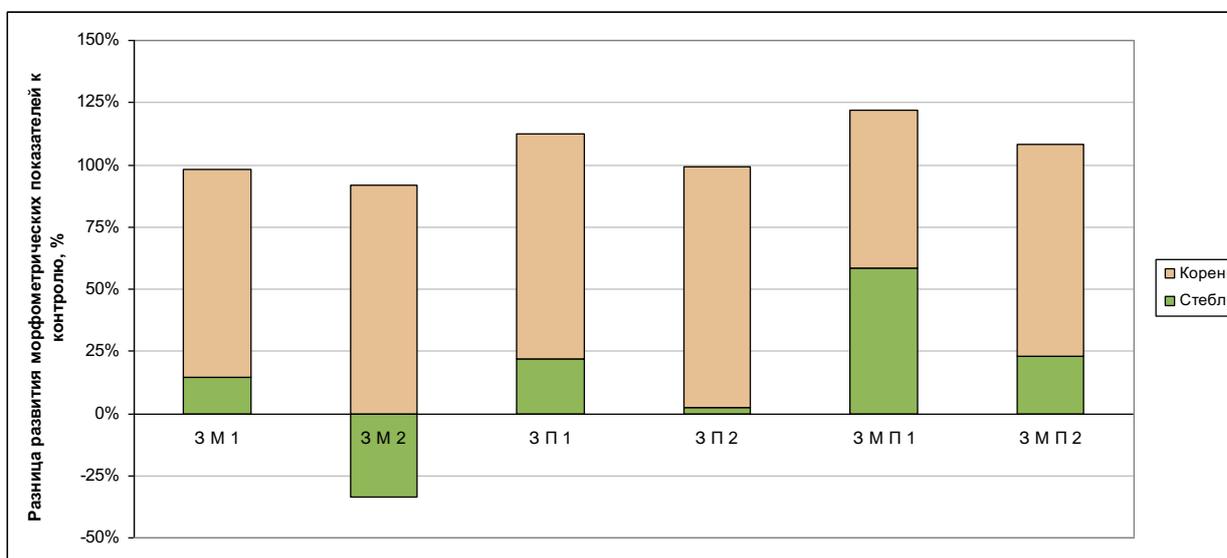


Рисунок 8. Сравнение морфометрических показателей *R. sativus L. var. sativus* сорт «Вюрцбургский 59» с контролем

Выводы.

1. *Mycobacterium sp.* SL 22 и *Pseudomonas putida* 02 не проявляют антагонистическую активность друг к другу и устойчивы к сырой нефти.

2. Результаты биотестирования показали, что добавление *Mycobacterium sp.* SL 22 и *Pseudomonas putida* 02 снижает фитотоксичность нефтезагрязненной почвы.

3. При добавлении обеих культур замечен более стабильный результат и небольшое увеличение показателей. Но следует отметить, что в отдельных случаях наблюдалось повышение морфометрических показателей в экспериментальных образцах с одной культурой, но данный эффект не стабилен.

Список источников

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году. Проект Государственного доклада. – М.: Минприроды России; ООО «Интеллектуальная аналитика»; ФГБУ «Дирекция НТП»; Фонд экологического мониторинга и международного технологического сотрудничества, 2024. – 707 с.

2. Охрана окружающей среды в России. 2024: Стат. сб./Росстат. – 0-92 М., 2024. – 118 с.

3. Савинов А. Б., Новожилов Д. А. Оценка фитотоксичности почв парков Нижнего Новгорода на основе биотестирования //Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2020. – С. 47-50.

4. Скворцов А. П. Способы очистки почвы после аварийных разливов нефти и нефтепродуктов //Политехнический молодежный журнал. – 2020. – №. 02 (43).

5. Al-Hawash A. B., Zhang X., Ma F. Removal and biodegradation of different petroleum hydrocarbons using the filamentous fungus *Aspergillus sp.* RFC-1 //Microbiologyopen. – 2019. – Т. 8. – №. 1. – С. e00619.

6. Naem U., Qazi M. A. Leading edges in bioremediation technologies for removal of petroleum hydrocarbons //Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Т. 27. – №. 22. – С. 27370-27382.

7. Suganthi S. H. et al. Enhanced biodegradation of hydrocarbons in petroleum tank bottom oil sludge and characterization of biocatalysts and biosurfactants //Journal of environmental management. – 2018. – Т. 220. – С. 87-95.

8. Varjani S. J., Gnansounou E., Pandey A. Comprehensive review on toxicity of persistent organic pollutants from petroleum refinery waste and their degradation by microorganisms //Chemosphere. – 2017. – Т. 188. – С. 280-291.

© Сорокина С. В., Спирягина Т. В., Хапцев З. Ю., Иващенко С. В., 2025

Исследование антимикробной активности наночастиц селена размером 4-6 нм стабилизированных поливинилпирролидоном

Виолетта Александровна Сусина, Софья Владимировна Горшунова, Ярослав Борисович Древки
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены исследования и результаты синтеза наночастиц, их характеристика, а также анализ антимикробной активности в сравнении с традиционными антимикробными препаратами. Ожидается, что полученные данные помогут углубить понимание механизма действия наночастиц селена и откроют новые возможности для их применения в клинической практике. Наночастицы обладают уникальными свойствами, которые могут быть использованы для создания новых методов лечения инфекций.

Ключевые слова. Наночастицы селена, антимикробная активность, поливинилпирролидон, Escherichia coli M-616, Staphylococcus aureus ATCC-6538 (209-P).

Investigation of antimicrobial activity of 4-6 nm selenium nanoparticles stabilized with polyvinylpyrrolidone

Violetta A. Susina, Sofya V. Gorshunova, Yaroslav B. Drevko
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents studies and results of the synthesis of nanoparticles, their characteristics, as well as an analysis of antimicrobial activity in comparison with traditional antimicrobial drugs. It is expected that the data obtained will help to deepen understanding of the mechanism of action of selenium nanoparticles and open up new possibilities for their application in clinical practice. Nanoparticles have unique properties that can be used to create new treatments for infections.

Keywords. Selenium nanoparticles, antimicrobial activity, polyvinylpyrrolidone, Escherichia coli M-616, Staphylococcus aureus ATCC-6538 (209-P).

В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к наноматериалам, особенно в области медицины и фармацевтики. Наночастицы, благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, открывают новые

горизонты для разработки эффективных антимикробных агентов. Среди множества исследуемых материалов особое внимание уделяется наночастицам селена, которые обладают выраженной биологической активностью и потенциальными терапевтическими свойствами.

Селен - это жизненно важный микроэлемент, известный своими антиоксидантными свойствами и способностью модулировать иммунный ответ. Однако в традиционной форме селен может иметь ограниченное применение из-за низкой растворимости и биодоступности. Создание наночастиц селена, размером 4-6 нм, стабилизированных поливинилпирролидоном (ПВП), представляет собой перспективный подход для улучшения его антимикробной активности и биосовместимости. Поливинилпирролидон, как стабилизатор, не только предотвращает агрегацию наночастиц, но и способствует их равномерному распределению в биологических системах. Это позволяет улучшить взаимодействие с микробными клетками и увеличить эффективность антимикробного действия. Исследования показывают, что наночастицы селена способны подавлять рост различных патогенных микроорганизмов, включая бактерии и грибы, что делает их многообещающим кандидатом для разработки новых антимикробных средств.

Синтез наночастиц селена осуществляется с использованием диацетофенонилселенида, который характеризуется низкой термостабильностью. Это соединение способно выделять элементарный селен при мягких условиях, что делает его подходящим для данной цели. Процесс получения наночастиц селена включает в себя несколько ключевых этапов, которые требуют тщательной настройки. Важным аспектом является выбор оптимальных условий синтеза, таких как температура, время реакции и концентрация реагентов. Эти параметры влияют на размер, морфологию и распределение наночастиц.

Кроме того, для стабилизации полученных наночастиц часто используется поливинилпирролидон (ПВП). Определение необходимой концентрации ПВП критично, поскольку он предотвращает агрегацию наночастиц и способствует формированию стабильной дисперсии. Правильная настройка концентрации ПВП позволяет достичь желаемых свойств наночастиц, таких как размер и форма.

Для проведения микробиологического исследования необходимо точно отмерить заданное количество питательной среды с использованием лабораторных весов. Далее следует добавить отмеренную питательную среду в чистую посуду и долить дистиллированной воды до достижения необходимого общего объема. Смесь необходимо тщательно перемешать до полного растворения всех компонентов. Затем следует поместить полученную смесь на водяную баню и довести до кипения для обеспечения полного растворения агара. После этого смесь подвергается стерилизации в автоклаве. По завершении стерилизации, полученный раствор необходимо разлить в стерильные чашки Петри. После этого следует дать смеси остыть до температуры примерно 45-50 °С, а затем оставить для затвердевания при комнатной температуре.

Для исследования антимикробной активности наночастиц селена были использованы пять различных концентраций: I – 1 мг/мл, II – 0,1 мг/мл, III – 0,01 мг/мл, IV – 0,001 мг/мл и V – 0,0001 мг/мл. Сначала были приготовлены рабочие растворы, начиная с самой высокой концентрации.

Для этого в первом растворе I взвесили 1 мг наночастиц селена и растворили его в 1 мл дистиллированной воды, тщательно перемешав до полного растворения. Затем для получения второго раствора II из первого было отобрано 100 мкл и добавлено 900 мкл растворителя, что дало концентрацию 0,1 мг/мл. Аналогично, для третьего раствора III из второго было отобрано 100 мкл и добавлено 900 мкл растворителя, получив концентрацию 0,01 мг/мл. Процесс продолжался дальше: для четвертого раствора IV из третьего было отобрано 100 мкл и добавлено 900 мкл растворителя, что дало концентрацию 0,001 мг/мл, и для пятого раствора V из четвертого было отобрано 100 мкл и добавлено 900 мкл растворителя, получив концентрацию 0,0001 мг/мл.

После приготовления всех растворов проводился контроль их концентраций с использованием спектрофотометрии. Затем выбирались микроорганизмы для исследования, которые культивировались до необходимой оптической плотности. Антимикробный тест проводился с использованием метода разбавлений в бульоне, где на агар наносились различные концентрации наночастиц селена. Культуры инкубировались при температуре 37 °С в течение 24-48 часов. Результаты оценивались по зонам ингибирования роста или минимальной ингибирующей концентрации для каждого раствора, что позволяло сравнить антимикробную активность наночастиц селена на различных уровнях концентрации и сделать выводы о их эффективности против микроорганизмов.

В ходе исследования антимикробной активности наночастиц селена, стабилизированных поливинилпирролидоном и имеющих размер 4-6 нм, была проведена оценка их воздействия на два различных штамма бактерий: *Escherichia coli* M-616 и *Staphylococcus aureus* ATCC-6538 (209-P).

Результаты эксперимента в отношении *Escherichia coli* M-616 показали отсутствие антимикробной активности наночастиц селена в диапазоне концентраций от 1 мг/мл до 0,0001 мг/мл. Это указывает на то, что данные наночастицы не оказывают значительного воздействия на рост и размножение данного штамма бактерий, что может быть связано с особенностями клеточной стенки *E. coli* или с недостаточной активностью самих наночастиц в отношении этого конкретного микроорганизма.

В отличие от этого, результаты исследования антимикробной активности в отношении *Staphylococcus aureus* ATCC-6538 (209-P) продемонстрировали явную эффективность наночастиц селена. При использовании концентрации 1 мг/мл была зафиксирована выраженная зона задержки роста, что свидетельствует о значительном антимикробном действии наночастиц. Это может быть обусловлено способностью селена взаимодействовать с клеточной мембраной бактерий, нарушая её целостность и функциональность. В концентрации 0,1 мг/мл также наблюдалась небольшая зона задержки роста, что указывает на то, что даже в

меньших дозах наночастицы сохраняют определённый уровень антимикробной активности.

Таким образом, результаты данного исследования подчеркивают различия в антимикробной активности наночастиц селена по отношению к различным бактериальным штаммам. В то время как *E. coli* M-616 не реагирует на данные наночастицы, *S. aureus* ATCC-6538 демонстрирует чувствительность к ним. Эти результаты открывают перспективы для дальнейших исследований, направленных на изучение механизмов действия наночастиц селена и их потенциала в качестве антимикробных агентов, а также подчеркивают необходимость более глубокого анализа факторов, влияющих на их эффективность.

Список источников

1. Кузнецов А.В., Иванов С.И. Наночастицы селена: синтез и их антимикробная активность // Журнал общей биологии. 2017. Т. 78, № 3. С. 231-240.
2. Сидоренко Е.А., Петров В.Н. Антимикробные свойства наночастиц селена // Биотехнология. 2019. Т. 15, № 2. С. 45-52.
3. Громова О.В., Смирнова Т.А. Синтез и исследование антимикробной активности стабилизированных наночастиц селена // Нанотехнологии в России. 2020. Т. 15, № 1. С. 34-40.
4. Лебедев А.А., Николаев С.В. Применение наночастиц селена в медицине: антимикробные свойства и механизмы действия // Вестник микробиологии. 2018. Т. 19, № 4. С. 12-18.
5. Павлов И.И., Федоров Д.А. Антимикробная активность поливинилпирролидон-стабилизированных наночастиц селена // Журнал нанобиотехнологий. 2021. Т. 9, № 3. С. 150-159.
6. Смирнов А.Ю., Коваленко Н.В. Наночастицы селена: синтез, характеристики и применение в борьбе с бактериальными инфекциями // Биология и медицина. 2022. Т. 14, № 1. С. 23-30.
7. Тихомиров И.П., Рябова Е.В. Исследование антимикробной активности наночастиц селена против патогенных микроорганизмов // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. С. 45-50.
8. Морозов С.А., Левин А.М. Синтез и оценка антимикробной активности наночастиц селена с использованием поливинилпирролидона // Наноматериалы и их применение. 2020. Т. 8, № 2. С. 67-74.

© Сусина В.А., Горшунова С.В., Древко Я.Б., 2025

Исследование размера наночастиц селена, стабилизированных поливинилпирроллидоном методом динамического рассеяния света

Виолетта Александровна Сусина¹, Маргарита Юрьевна Четверикова², Ярослав Борисович Древки³

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данном исследовании приведен метод синтеза наночастиц селена, где наночастицы являются микроскопическими элементами, которые обладают высокой активностью, могут изменять оптические, магнитные, электрические и химические свойства, активно используются в медицине для разработки адресного обеспечения лекарственных препаратов в организм животных и человека.

Ключевые слова: наночастицы, селен, поливинилпирролидон, диацетофенонилселенид.

Investigation of the size of selenium nanoparticles stabilized with polyvinylpyrrolidone by dynamic light scattering

Violetta Alexandrovna Susina¹, Margarita Yurievna Chetverikova², Yaroslav Borisovich Drevko³

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: This study presents a method for the synthesis of selenium nanoparticles, where nanoparticles are microscopic elements that have high activity, can change optical, magnetic, electrical and chemical properties, and are actively used in medicine to develop targeted provision of medicines to animals and humans.

Keywords: nanoparticles, selenium, polyvinylpyrrolidone, diacetophenonyl selenide

В последние годы наблюдается повышенный интерес к исследованиям наночастиц селена из-за их важной роли во многих физиологических процессах, таких как рост, размножение и иммуномодуляция, которые важны для выживания людей. Селен представляет собой природный металлоидный элемент, который встречается во всех типах окружающей среды. Наночастицы селена в свою очередь являются биологически активными и биологически доступными веществами, которые играют роль во многих окислительно-восстановительных процессах, оказывают различное регулирующее действие

для поддержки надлежащего функционирования организма (растений и животных) и имеют много преимуществ для здоровья. Наночастицы селена находят свое применение в биомедицине и фармацевтике благодаря своим антиоксидантным, противомикробным, противодиабетическим и противоопухолевым эффектам. Наночастицы селена также используются для нейтрализации токсического действия химических веществ и тяжелых металлов.

SENP полезны для очистки воды и почвы, загрязненных металлами, поскольку обладают адсорбционной способностью. Наночастицы селена синтезируются путем биоревитализации видов селена (селенат натрия, селенит натрия, диоксид селена и тетрагидрид селена и т.д.) С использованием бактерий, грибов, растений и растительных экстрактов, которые дали надежду на биоревитализацию загрязненной селеном воды и почв.

Наночастицы снижают токсичность, повышают биологическую активность, улучшают нацеливание и обеспечивают универсальные средства для регулирования высвобождения инкапсулированной части. Неорганические наночастицы металлов, таких как Ag, Cu, Au, Fe, Se, Ti и Zn, занимают важное место благодаря своей уникальной биологической активности в наноформах. Таким образом, синтез наночастиц становится необходимым для их применения в здравоохранении и окружающей среде. Наночастицы селена синтезируются физическими, химическими и биологическими методами [4].

Для синтеза наночастиц селена используются синтезируемый диацетофенонилселенид, который отличается низкой термостабильностью и способностью поставлять элементарный селен в «мягких» условиях.

Получение наночастиц зависит от выбора оптимальных условий синтеза и определения необходимой концентрации поливинилпирролидона для стабилизации.

Перейдем непосредственно к методике синтеза наночастиц селена. Мы осуществляли синтез диацетофенонилселенида, в качестве источника селена для производства наночастиц. Содержание селена в данном органическом препарате – 25%.

Изначально, в 0,01 г диацетофенонилселенида было добавлено 0,5 г поливинилпирролидона. Далее к полученной смеси добавляется 20 мл изопропилового спирта. Затем устанавливается колба с полученной смесью на магнитную мешалку и выставляется определенное количество оборотов без использования температуры. После растворения диацетофенонилселенида добавляется 80 мл NH_3 (водный раствор) и продолжается перемешивание полученной смеси. Далее методом ТСХ определяется наличие диацетофенонилселенида в данной смеси, после того как он полностью прореагирует, раствор отправляется на заморозку с последующим лиофильным высушиванием.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) - это метод разделения смеси химических веществ на составляющие компоненты с использованием взаимодействия между компонентами и стационарной фазой. Процесс основан на различной аффинности компонентов к стационарной и мобильной фазам.

Метод ТСХ широко применяется в химии, биохимии, биологии и фармацевтике для анализа и очистки веществ.

Метод ТСХ широко используется в лабораторных и исследовательских работах для анализа смесей, проверки качества продукции, очистки веществ и других прикладных целей

Далее методом DLS (динамическое рассеяние света) определяется размер наночастиц. Сначала нужно из готовой смеси, пройденной лиофильное высушивание провести разведение в два этапа. Первый этап разведения проходит в 0,1 мг/мл, второй в 0,01 мг/мл.

Метод DLS широко используется в биотехнологии для изучения биомолекул, наночастиц, коллоидных систем и других объектов микроскопического размера.

В результате анализа, установлено, что $dz = - 18,4$, а размер наночастиц в разведении 0,1 мг/мл составляет 37-80 нм; размер наночастиц разведении 0,01 мг/мл обнаружить не удалось, так как концентрация исходного препарата была слишком мала, $dz = - 1,54$.

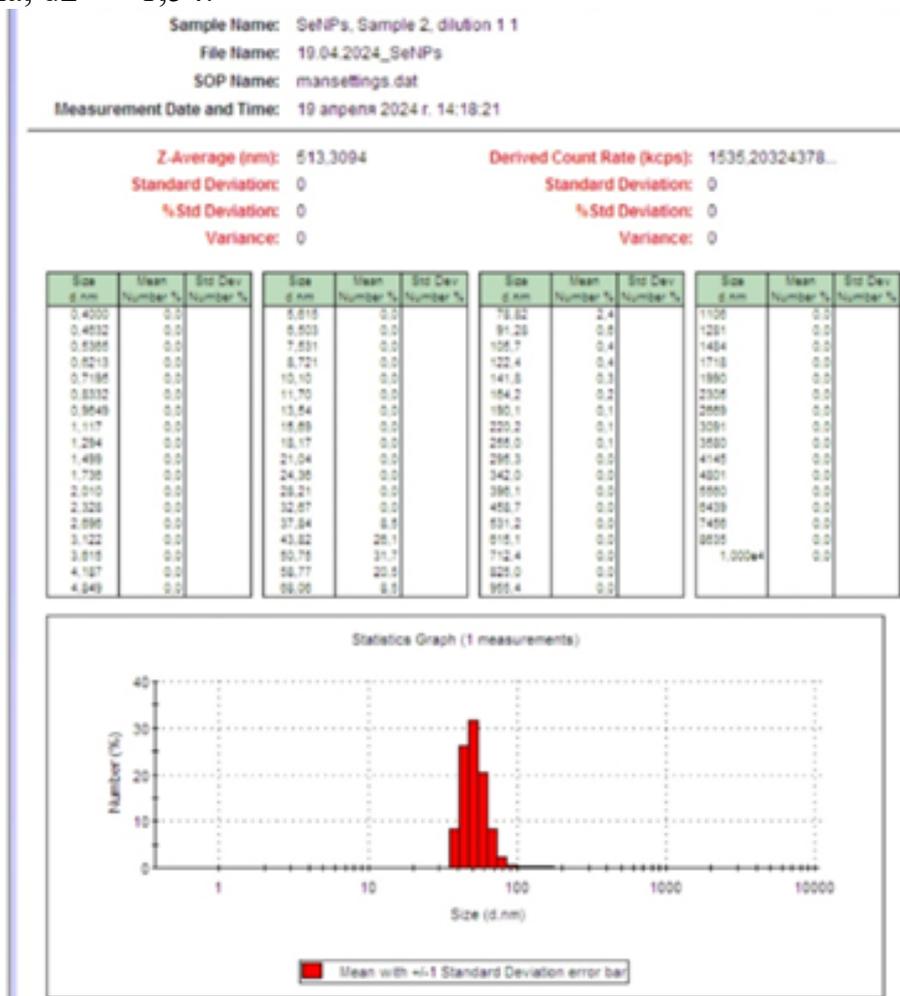


Рисунок 1. Результаты ДРС

Исследование размера наночастиц селена, стабилизированных поливинилпирролидоном методом динамического рассеяния света, позволило получить следующие выводы:

1. Стабилизация наночастиц селена поливинилпирролидоном способствует предотвращению их агрегации и обеспечивает равномерное распределение частиц.

2. Метод динамического рассеяния света позволяет определить размер наночастиц с высокой точностью и учитывать их распределение по размерам.

3. Размер наночастиц селена имеет важное значение для их биологической активности, поэтому точная характеристика размера частиц является ключевым параметром при проведении подобных исследований.

4. Полученные данные могут быть использованы для дальнейшего изучения влияния наночастиц селена на различные биологические системы и разработки новых методов лечения и диагностики.

Список источников

1. Awanish Kumar, Kumar Suranjit Prasad. Role of nano-selenium in health and environment. *Journal of Biotechnology*. Volume 325, 10 January 2021, Pages 152-163. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2020.11.004.

2. Anila Fariq, Tabeer Khan, Azra Yasmin. Microbial synthesis of nanoparticles and their potential applications in biomedicine. *J Appl Biomed* 15:241-248, 2017. DOI: 10.1016/j.jab.2017.03.004.

3. Yuntao Liu, Siqi Zeng, Yixi Liu. Synthesis and antidiabetic activity of selenium nanoparticles in the presence of polysaccharides from *Catathelasma ventricosum*. *International Journal of Biological Macromolecules*

4. Volume 114, 15 July 2018, Pages 632-639. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.03.161.

5. Горшунова, С. В. Синтез наночастиц селена размером 1-2 нм стабилизированных поливинилпирролидоном / С. В. Горшунова // Зыкинские чтения: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора медицинских наук, профессора Леонида Федоровича Зыкина, Саратов, 28 апреля 2021 года. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2021. – С. 66-68. – EDN LKBKPN.

© Сусина В.А., Четверикова М.Ю., Древки Я.Б., 2025

Влияние хитинсодержащей кормовой добавки на белковый обмен у утят

Лариса Юрьевна Топурия

Оренбургский государственный аграрный университет,
г. Оренбург

Аннотация. В последние годы большой интерес сельхозпроизводителей имеет производство мяса уток. Изучено влияние хитозана на состояние белкового обмена у утят. Установлено, что использование данного препарата в рационах птицы способствует повышению в крови количества общего белка, альбуминов, глобулинов.

Ключевые слова: птица, утки, общий белок, кровь, альбумины, глобулины

Effect of chitin-containing feed additive on protein metabolism in ducklings

Larisa Yuryevna Topuria

Orenburg State Agrarian University, Orenburg

Abstract. In recent years, duck meat production has been of great interest to agricultural producers. The effect of chitosan on the state of protein metabolism in ducklings has been studied. It has been established that the use of this drug in poultry diets contributes to an increase in the amount of total protein, albumins, and globulins in the blood.

Key words: poultry, ducks, total protein, blood, albumins, globulins

Современное мясное птицеводство является важной отраслью животноводства, которая обеспечивает население страны белком животного происхождения [1, 2].

В мировом производстве мяса на долю уток приходится около 5 %. Молодняк уток отличается высокой интенсивностью роста, сравнительно низкими затратами корма на выращивание [3, 4].

Неудовлетворительные условия содержания, дефицит рационов сельскохозяйственных животных и птиц по основным питательным веществам, стрессы являются причиной снижения продуктивности, развития заболеваний [5-8].

С целью нивелирования указанных негативных факторов в различных отраслях животноводства широкое применение находят биологические препараты и кормовые добавки естественного происхождения, которые обладают ростостимулирующим действием, иммунобиологической активностью, улучшают обмен веществ [9-11].

Цель исследования – изучить влияние хитозана на состояние белкового обмена у утят.

Для проведения опытов из суточных утят сформировали пять групп (n=100). Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион. Представителям I опытной группы вводили в основной рацион хитозан в дозе 50 мг/кг корма по 5 дней с 10-дневным интервалом. Утятам II опытной группы препарат использовали в той же дозе по 10 дней с 10-дневным интервалом, III опытной группы доза хитозана составила 100 мг/кг корма по 5 дней с 10-дневным интервалом, IV группы – по 10 дней с 10-дневным интервалом в течение всего периода выращивания.

В суточном, 2-, 4-, 6- и 8-недельном возрасте отбирали кровь для определения общего белка и белковых фракций [12].

Хитозан представляет собой производное хитина панциря промысловых крабов.

В суточном возрасте содержание общего белка в сыворотке крови утят опытных групп находилось на одном уровне с контрольными значениями.

К 2-недельному возрасту наблюдалось значительное повышение в крови утят, получавших хитозан, количества общего белка по сравнению с контрольной птицей. Так, у птицы I опытной группы показатель превысил контроль на 8,2 % ($p<0,01$), II опытной группы – на 8,80 % ($p<0,01$), III опытной – на 9,50 % ($p<0,01$) и IV опытной группы – на 10,20 % ($p<0,01$). В 4-недельном возрасте минимальное количество общего белка в сыворотке крови сохранялось у утят контрольной группы и на 13,40 % ($p<0,001$) уступало значениям птицы I опытной группы, на 13,30 % ($p<0,001$) – II опытной, на 13,60 % ($p<0,01$) – III опытной и 13,60% ($p<0,01$) – IV опытной группы. В 6-недельном возрасте разница по общему белку несколько снизилась и составила в пользу утят I опытной группы 5,30 %, II опытной – 5,90 % ($p<0,05$), III опытной группы – 4,00 % ($p<0,05$), IV опытной группы – 8,02 % ($p<0,01$). К концу выращивания разница в пользу птицы опытных групп составила 3,50 %, 7,00 % ($p<0,01$), 5,00 % ($p<0,05$), 5,10 % ($p<0,05$) соответственно (рис. 1).

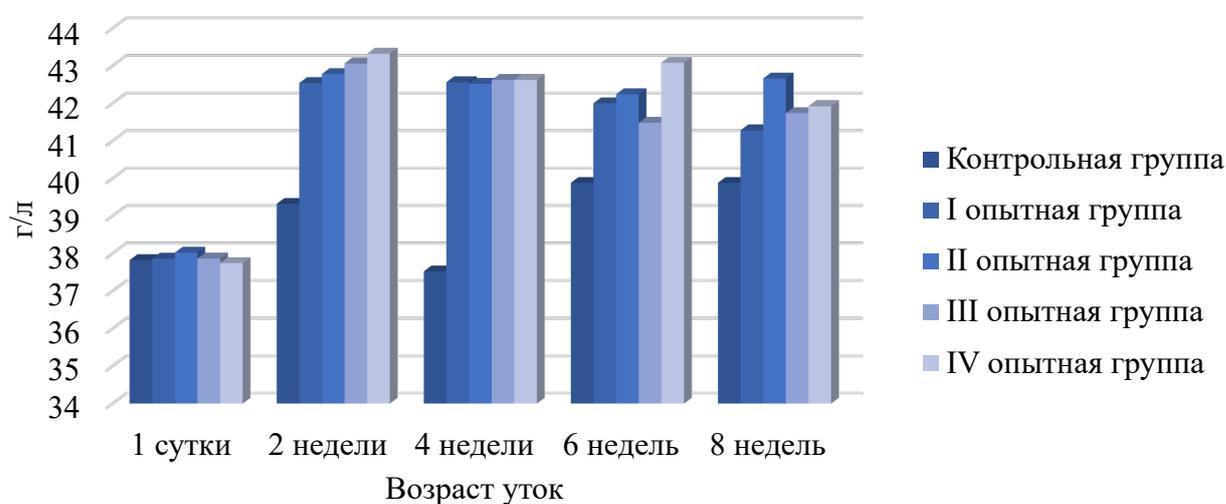


Рисунок 1. Количество общего белка, г/л

В суточном возрасте содержание альбуминов составило у утят 27,80-28,20 г/л. К 2-недельному возрасту у птицы I опытной группы показатель количества альбуминов был выше, чем в контроле на 7,45 % ($p < 0,05$), у утят II опытной группы – на 7,64 % ($p < 0,05$), III группы – на 11,16 % ($p < 0,01$), IV опытной группы – на 11,23 % ($p < 0,01$). В 4-недельном возрасте максимальное количество альбуминов в крови зафиксировано у уток IV опытной группы – $27,20 \pm 1,82$ г/л, что на 5,10 % ($p < 0,05$) больше контрольных значений. В остальных группах разница была меньше и составила 4,83 %, 4,59 % и 1,04 %. К 6-недельному возрасту количество альбуминов в крови уток опытных групп было достоверно выше, чем у контрольных сверстников. В I опытной группе разница с контролем составила 7,33 % ($p < 0,05$), II группе – 5,74 % ($p < 0,05$), III опытной группе – 8,16 % ($p < 0,01$) и IV опытной группе – 7,52 % ($p < 0,01$). К концу наблюдений содержание альбуминов у уток контрольной группы составило $27,08 \pm 1,41$ г/л, что на 3,69 % меньше, чем у аналогов из I опытной группы, на 10,45 % ($p < 0,01$) меньше, чем у птицы II опытной группы, на 10,85 % ($p < 0,01$) меньше значения птицы III опытной группы и на 8,89 % ($p < 0,01$) меньше, чем у уток IV опытной группы (рис. 2).

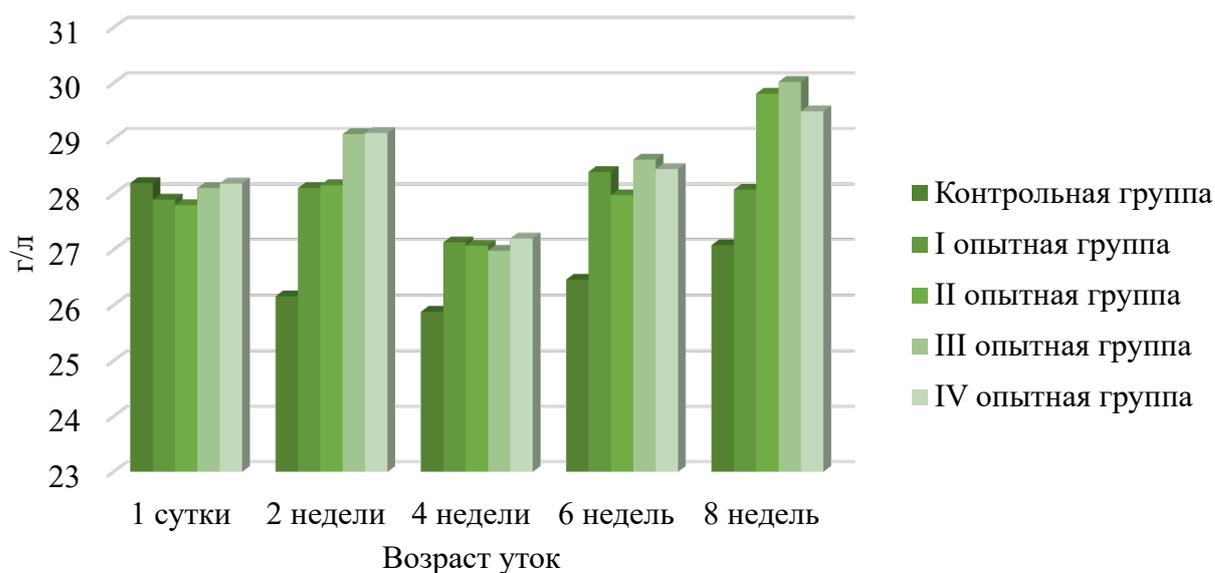


Рисунок 2. Количество альбуминов, г/л

В суточном возрасте количество глобулинов в крови птицы всех подопытных групп находилось на одном уровне и составило 9,55-10,22 г/л. Через 2 недели от начала включения хитозана в рацион у утят опытных групп достоверно возрастал изучаемый показатель с разницей с контролем у уток I опытной группы 9,65 % ($p < 0,01$), II опытной – 11,09 % ($p < 0,01$), III опытной – 6,23 % ($p < 0,05$), IV опытной группы – 8,05 % ($p < 0,01$). В 4-недельном возрасте показатель в контроле составил $11,64 \pm 0,62$ г/л, что на 32,56 % ($p < 0,001$), 32,73 % ($p < 0,001$), 34,36 % ($p < 0,001$), 32,47 % ($p < 0,001$) меньше, чем у птицы опытных групп. В 6- и 8-недельном возрасте у птицы III опытной группы происходило снижение количества глобулинов по сравнению с контролем. В указанные возрастные периоды показатель у птицы I опытной группы был больше контрольного уровня

на 1,34 % и 3,12 %, II опытной – на 6,25 % ($p < 0,05$) и 0,39 %. У птицы IV опытной группы в 6-недельном возрасте количество глобулинов увеличилось на 9,01 % ($p < 0,01$), а к концу эксперимента несколько снизилось (рис. 3).

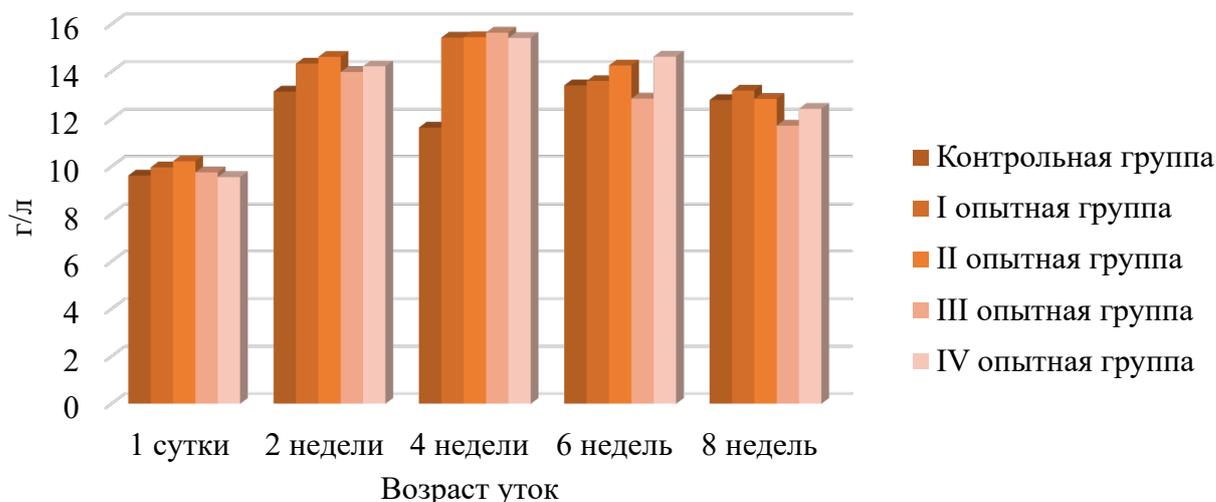


Рисунок 3. Количество глобулинов, г/л

Таким образом, представленные результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии хитозана на организм птицы. У уток опытных групп наблюдалось повышение количества общего белка, альбуминов и глобулинов.

Список источников

1. Топурия Г.М. Производство мяса уток и гусей. Оренбург: ООО "Агентство "Пресса", 2019. 60 с.
2. Современные биотехнологии в сельском хозяйстве / О.В. Богатова, Г.В. Карпова, М.Б. Ребезов [и др.]. Алматы: Эпиграф, 2019. 164 с.
3. Интенсификация производства мяса уток / Г.М. Топурия, Л.Ю. Топурия, В.П. Корелин, М.Б. Ребезов. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2016. 132 с.
4. Погосян Д.Г. Интенсивные способы откорма молодняка уток. Пенза, 2021. 147 с.
5. Берлинский Ю.Р., Мерзленко Р.А. Влияние фитобиотика «гербастор» на биохимический состав крови кур-несушек // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 23 марта 2023 года. Орел: Издательство Каргуш, 2023. С. 33-41.
6. Влияние фитоиммуномодулятора содэхина-40 и антисептика катис на общеклинические показатели крови птиц / Н.Н. Гугушвили, Т.А. Инюкина, А.Г. Кощаев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. №112. С. 225-231.
7. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Переваримость питательных веществ корма и состояние обмена веществ у утят при применении «Иммунофлора» // Аграрная наука. 2025. №2. С. 67-73.

8. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Влияние гуминового препарата на мясную продуктивность и развитие внутренних органов у утят // Аграрная наука. 2025. №2. С. 80-86.

9. Применение пробиотиков в ветеринарной медицине и животноводстве / Л.Ю. Топурия, Г.М. Топурия, Е.В. Григорьева [и др.]. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2016. 192 с.

10. Топурия Г.М. Эффективность применения иммунофлора при выращивании утят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т.254, № 2. С. 273-277.

11. Сингариева Н.Ш. Состояние иммунного статуса уток при применении иммунофлора // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. №1(99). С. 239-244.

12. Современные методы исследования биохимических показателей крови: Учебно-методическое пособие / А.И. Афанасьева, В.А. Сарычев, Е.Н. Пшеничникова [и др.]. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. 274 с.

© Топурия Л. Ю., 2025

Содержание ферментов переаминирования в крови уток родительского стада при применении цеолита

Лариса Юрьевна Топурия

Оренбургский государственный аграрный университет,
г. Оренбург

Аннотация. Мясное птицеводство является важной подотраслью сельского хозяйства. Изучено влияние разных доз цеолита на ферментативный спектр сыворотки крови уток. Установлено, что минеральная кормовая добавка в количестве 2-4 % от массы корма не оказывает заметного влияния на активность аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы.

Ключевые слова: птица, утки, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, ферменты, цеолит

The content of transamination enzymes in the blood of ducks of the parent flock when using zeolite

Larisa Yuryevna Topuria

Orenburg State Agrarian University, Orenburg

Abstract. Meat poultry farming is an important sub-sector of agriculture. The effect of different doses of zeolite on the enzymatic spectrum of the blood serum of ducks was studied. It was found that the mineral feed additive in the amount of 2-4 % of the feed weight does not have a noticeable effect on the activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase.

Key words: poultry, ducks, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, enzymes, zeolite

Ведущей отраслью сельскохозяйственного производства считается промышленное птицеводство, которое является одним из звеньев в обеспечении продовольственной безопасности [1, 2].

Внедрение в технологию производства яиц и мяса сельскохозяйственной птицы инновационных методов кормления и содержания является важной задачей в увеличении продуктивного потенциала [3, 4].

Для восполнения рационов животных и птиц недостающими питательными компонентами большую перспективу имеют кормовые добавки животного, растительного, минерального происхождения. Данные препараты способствуют улучшению обмена веществ, иммунного статуса, повышают продуктивный потенциал животных [5-9].

Позитивным направлением является применение цеолитов в рационах птицы [10].

Цель исследования – оценить активность ферментов аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в крови уток на фоне применения цеолита.

Из уток родительского стада кросса «Благоварский» 180-дневного возраста сформировали четыре равные группы (n=100). Птица I группы служила контролем и получала общехозяйственный рацион. Уткам II группы дополнительно скармливали цеолит в количестве 2 % от массы корма, III опытной – 3 %, IV опытной группы – 4 %.

Пробы крови у птицы отбирали в возрасте 180, 270 и 360 дней. Определяли количество аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы [11]. Рассчитывали коэффициент де Ритиса как отношение аспартатаминотрансферазы к аланинаминотрансферазе.

До начала применения цеолита содержание изучаемых ферментов находилось на одном уровне и составило: аланинаминотрансфераза – 39,16-40,49 Ед/л, аспартатаминотрансфераза – 61,49-62,11 Ед/л, коэффициент де Ритиса составил 1,56.

В возрасте 270 дней активность аланинаминотрансферазы у уток родительского стада контрольной группы составила $40,21 \pm 2,62$ Ед/л, что на 4,87 % больше, чем у птицы II группы, на 3,23 % больше, чем у уток III группы и на 4,57 % меньше, чем у уток IV группы. В 360-дневном возрасте у птицы, получавшей цеолит, изучаемый показатель был минимальным и на 4,56 %, 3,11 % и 4,30 % уступал значениям уток из контрольной группы (рис. 1).

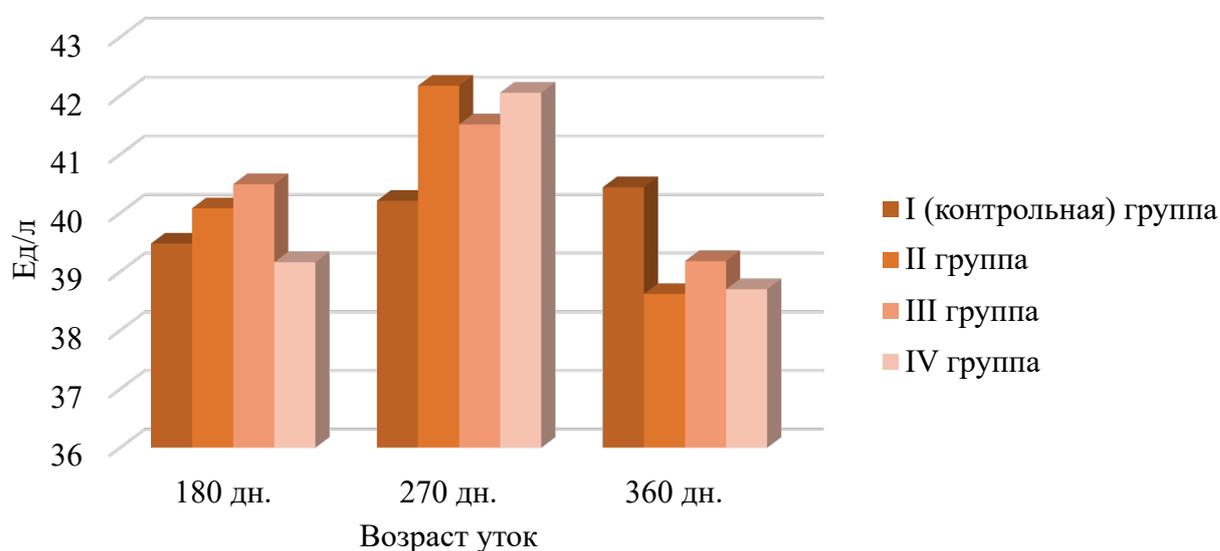


Рисунок 1. Содержание аланинаминотрансферазы в крови уток, Ед/л

Содержание аспартатаминотрансферазы у уток опытных групп в 270-дневном возрасте находилось на контрольном уровне. Разница в этот период была минимальная – 0,08-0,48 %. К концу наблюдений данная разница несколько увеличилась в пользу птицы контрольной группы и составила 3,74 % во II группе, 3,38 % - в III группе и 4,17 % - в IV группе (рис. 2).

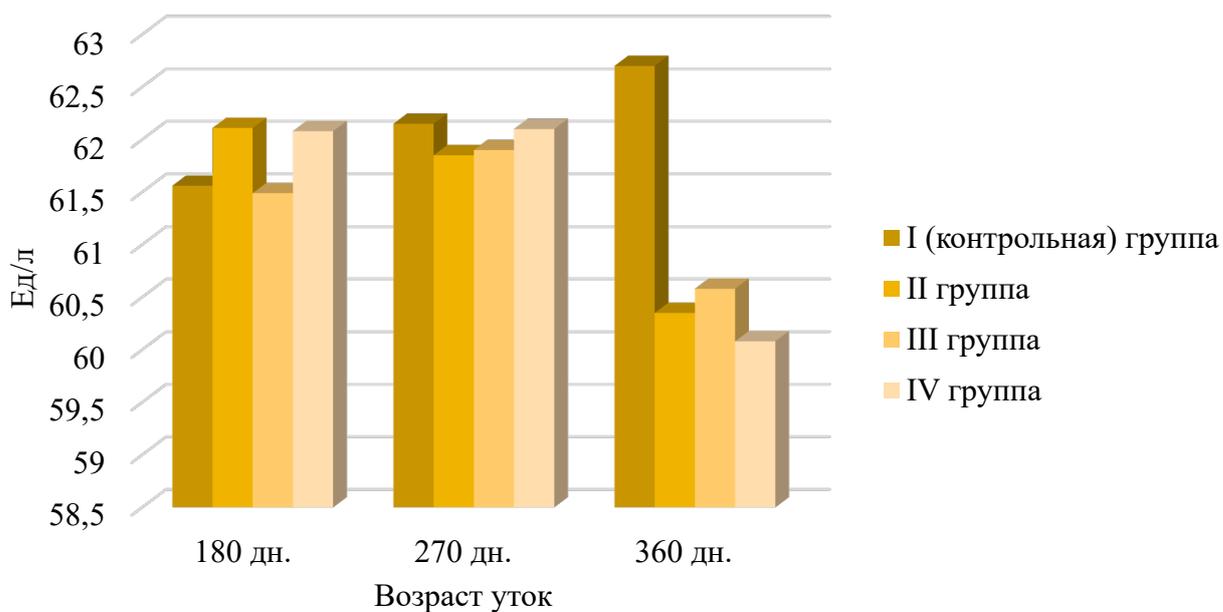


Рисунок 2. Содержание аспартатаминотрансферазы в крови уток, Ед/л

По коэффициенту де Ритиса в 270-дневном возрасте разница в пользу уток контрольной группы по сравнению с птицей II группы составила 5,16 %, III группы – 3,87 %, IV группы – 4,52 %. В конце опыта коэффициент де Ритиса у представителей контрольной и опытных групп был одинаковый и составил 1,55-1,56 (рис. 3).

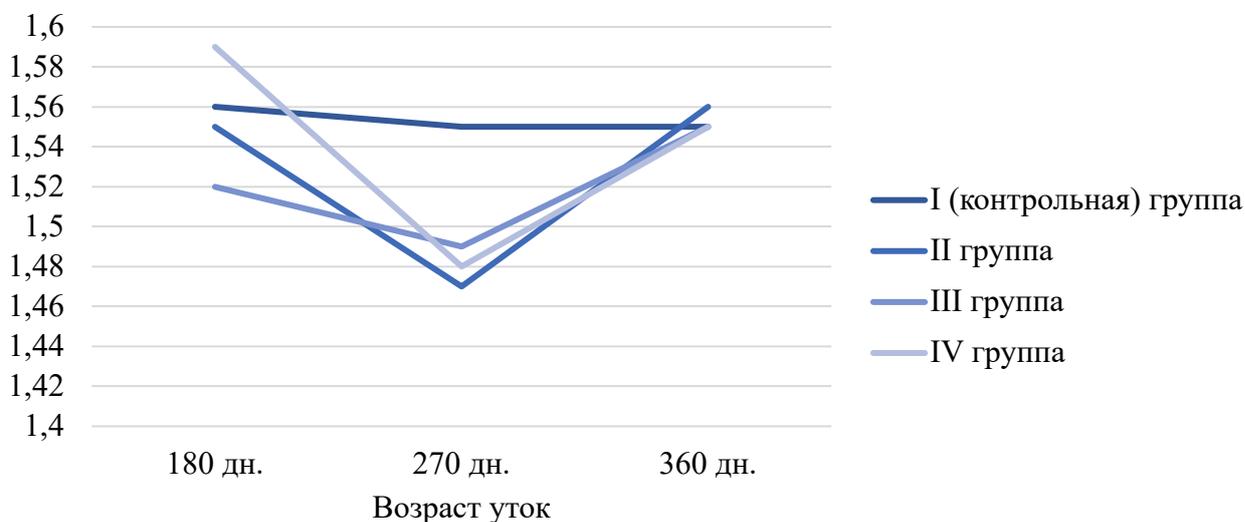


Рисунок 3. Коэффициент де Ритиса у уток

Таким образом использование цеолита в рационах уток родительского стада не оказало заметного влияния на количество ферментов переаминирования. Активность аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и коэффициент де Ритиса изменялись незначительно, что свидетельствует об отсутствии негативного воздействия на организм птицы цеолита.

Список источников

1. Топурия Л. Ю. Повышение эффективности производства мяса птицы // Инновационные достижения в ветеринарии, зоотехнии, биотехнологии и экологии: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 26–27 апреля 2024 года. Оренбург: ООО "Типография "Агентство Пресса", 2024. С. 266-269.

2. Активизация неспецифической резистентности организма иммуностимулирующими препаратами в реализации продуктивного потенциала птицы / В.Г. Семенов, О.И. Кочиш, В.В. Боронин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2025. Т.261, №1. С. 205-209.

3. Влияние фитоиммуномодулятора содэхина-40 и антисептика катис на общеклинические показатели крови птиц / Н.Н. Гугушвили, Т.А. Инюкина, А.Г. Кощаев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. №112. С. 225-231.

4. Берлинский Ю.Р., Мерзленко Р.А. Влияние фитобиотика «гербастор» на биохимический состав крови кур-несушек // Научные исследования - сельскохозяйственному производству: Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции, Орел, 23 марта 2023 года. Орел: Издательство Картуш, 2023. С. 33-41.

5. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Переваримость питательных веществ корма и состояние обмена веществ у утят при применении «Иммунофлора» // Аграрная наука. 2025. №2. С. 67-73.

6. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Влияние гуминового препарата на мясную продуктивность и развитие внутренних органов у утят // Аграрная наука. 2025. №2. С. 80-86.

7. Боронин В.В., Боронина А.Ю., Семенов В.Г. Иммунокоррекция организма цыплят-бройлеров в условиях интенсификации промышленного птицеводства // Научные достижения в ветеринарии и животноводстве: от теории к практике: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Чебоксары, 31 октября 2024 года. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. С. 27-32.

8. Чернокожев А.И. Интенсивность роста бычков при применении гермивита // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. №2(26). С. 91-93.

9. Топурия Г.М., Чернокожев А.И. Применение гермивита при выращивании телят // Ветеринария Кубани. 2010. №3. С. 7-8.

10. Южноуральские цеолиты - экобезопасность и влияние на организм птицы, сельскохозяйственных животных / Н.Г. Курамшина, Р.Т. Маннапова, Г.М. Топурия, А.Г. Маннапов. Уфа: ООО "Мастер-Копи", 2007. 248 с.

11. Современные методы исследования биохимических показателей крови: Учебно-методическое пособие / А.И. Афанасьева, В.А. Сарычев, Е.Н. Пшеничникова [и др.]. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. 274 с.

© Топурия Л.Ю., 2025

Влияние физико-химических свойств на практическое применение бактериальных экзополисахаридов

Надежда Александровна Фокина, Галина Тимофеевна Урядова, Лидия Владимировна Карпунина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены данные о физико-химических свойствах экзополисахаридов молочнокислых бактерий (молекулярная масса, фракционный и моносахаридный состав, вязкость). Доказана эффективность действия экзополисахаридов в заживлении ожоговых ран у лабораторных крыс. Показано, что введение в корм цыплятам раствора экзополисахарида стрептококка способствует увеличению их массы тела на первых этапах их жизнедеятельности на протяжении двух месяцев, на общем фоне увеличения количества молочнокислых бактерий и снижения общего микробного числа.

Ключевые слова: экзополисахариды, вязкость, молекулярная масса, применение

The influence of physicochemical properties on the practical application of bacterial exopolysaccharides

Nadezhda A. Fokina, Galina T. Uryadova. Lidia V. Karpunina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents data on the physico-chemical properties of lactic acid bacteria exopolysaccharides (molecular weight, fractional and monosaccharide composition, viscosity). The effectiveness of exopolysaccharides in healing burn wounds in laboratory rats has been proven. It has been shown that the introduction of a solution of streptococcus exopolysaccharide into the feed of chickens contributes to an increase in their body weight at the first stages of their vital activity for two months, against the general background of an increase in the number of lactic acid bacteria and a decrease in the total microbial number.

Keywords: exopolysaccharides, viscosity, molecular weight, application

Экзополисахариды (ЭПС) бактериального происхождения находят широкое применение в различных сферах деятельности человека [1]. Источником получения экзополисахаридов на сегодняшний день являются многие бактерии, в том числе молочнокислые [2]. Для практического применения ЭПС

молочнокислых бактерий, необходимо накопление сведений об их структуре, физико-химических свойствах.

Материалы и методы. Для определения физико-химических свойств и практической апробации использовали экзополисахариды *Lactococcus lactis* В-1662 и *Streptococcus thermophilus*, выделенные нами ранее [3-4].

Молекулярные массы экзополисахаридов определяли методом гель – хроматографии на колонках TSKgel G6000 PWWL (ЭПС *L. lactis* В-1662), Toyopearl – HW –50F (ЭПС *S. thermophilus*).

Для разделения ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* на фракции методом ионообменной хроматографии использовали колонку с носителем Toyopearl DEAE 650(M) (Tosoh Bioscience, Япония) и СПС Био ДЕАЕ 70 мкм соответственно.

Моносахаридный состав ЭПС определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках POLIGRAM® GEL 300 - для ЭПС *S. thermophilus* и DC- Alufolien Cellulose - ЭПС *L. lactis* В-1662. Высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ) проводили на жидкостном хроматографе Smartline 1000 (Knauer, Германия) с детектором Dekade-II (Antec Leiden, Голландия) в режиме пульсамперометрической детекции, на колонке CarboPac 10 (Dionex, США).

Относительную вязкость ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* определяли с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-2 (Россия).

Для практической апробации ЭПС в условиях «in vitro» моделировали ожог у белых беспородных крыс-самок массой 270-300 г, прошедших карантин в течение 14 суток. Животные были распределены на 5 групп: 1 группа – без ожога, 2 группа – с ожогом, 3 группа – ожог и коммерческий препарат 5% декспантенол, 4 группа – ожог и 0,6% раствор ЭПС *L. lactis* В-1662, 5 группа – ожог и 0,6% раствор ЭПС *S. thermophilus*. Ожог моделировали под эфирным наркозом на межлопаточном пространстве крысы дном пробирки, наполненной кипящей водой [5]. Нанесение 5% декспантенола («Пантодерм», АО «АКРИХИН», Россия) и бактериальных ЭПС проводили сразу же после нанесения ожога и далее ежедневно в течение 28 суток эксперимента. О процессе заживления ожога судили по размерам площади ожога и зарастанию ран, измерение проводили на 1, 3, 5, 7, 10,14, 21 и 28 сутки.

Для практического эксперимента в условиях «in vivo» использовали ЭПС *S. thermophilus* для введения в корм цыплятам кросса Хаббард ИЗА Ф-15, предоставленным ООО «Возрождение – 1» (с. Идолга, Татищевский район, Саратовская область). В опытной группе, помимо основного рациона, цыплята получали перорально по 10 мл раствора ЭПС (0,06 г/кг массы птицы) два раза в неделю в течение первого месяца жизни.

Определение массы тела цыплят проводили путем их взвешивания на 22, 25, 28, 31 сутки, 2, 3, 4 и 10 месяц.

Общее микробное число (ОМЧ) и количество молочнокислых бактерий у сельскохозяйственной птицы определяли в течение четырех месяцев методом серийных разведений, используя для этого питательные среды: мясо-пептонный

агар (МПА), лактобакагар и MRS-агар Эксперимент проводили в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение.

В результате проведенных исследований определили, что ЭПС *L. lactis* В – 1662 и *S. thermophilus* состоят только из нейтральной фракции с молекулярными массами 10 кДа и 20 кДа соответственно. В составе нейтральной фракции ЭПС *L. lactis* В – 1662 имеется глюкоза, ксилоза, следовые количества рамнозы, а *S. thermophilus* – рамноза, галактоза и манноза, следы глюкозы. Относительная вязкость 1% раствора ЭПС *L. lactis* В – 1662 и *S. thermophilus* составляет 1,3 мм²/с и 1,23 мм²/с соответственно.

Было показано, что ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* способствуют заживлению ожогов степени IIIа у крыс с полным восстановлением кожно-шерстного покрова. Установлено, что введение в корм цыплят кросса Хаббард ИЗА Ф-15 ЭПС *S. thermophilus* способствует увеличению их живой массы до 2-х месячного возраста. Обнаружено, что введение в рацион цыплят кросса Хаббард ИЗА Ф-15 ЭПС *S. thermophilus* повышает количество молочнокислых бактерий через 1 месяц в 1,4 раза, а через 4 месяца – в 4,2 раза по сравнению с контролем.

В результате проведенных исследований были определены физико-химические свойства ЭПС, что позволило использовать их в пробных экспериментах на живых объектах (крысах и цыплятах). Наилучший регенерирующий эффект в заживлении ожогов выявлен у ЭПС *S. thermophilus*. Было установлено, что ЭПС *S. thermophilus* оказывает влияние на организм сельскохозяйственной птицы, увеличивая массу тела и количество молочнокислых бактерий. На основе полученных данных можно предположить, что усиленный положительный эффект ЭПС *S. thermophilus* напрямую зависит от большей молекулярной массы и наличия в строении капсулы.

Список источников

1. Кичемазова, Н.В. Получение, свойства и сферы возможного применения экзополисахаридов бактерий родов *Xanthobacter* и *Ancylobacter* / Н.В. Кичемазова, Е.Н. Бухарова, Н.Ю. Селиванов [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т 53, № 3. – С. 285 – 290.
2. Ганина, В.И. Плазмидный профиль штаммов молочнокислых бактерий, продуцирующих экзополисахариды / В.И. Ганина, Т.В. Рожкова, М.А. Тренина [и др.] // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 4. –С. 37 –39.
3. Фокина, Н.А. Влияние условий культивирования на продукцию экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* / Н.А. Фокина, Г.Т. Урядова, Л.В. Карпунина // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. - 2018. - Т. 18, вып. 2. - С. 179 - 181.
4. Фокина Н.А. , Урядова Г.Т., Карпунина Л.В. Выделение экзополисахарида из *Lactococcus lactis* при различных условиях культивирования // Аграрный научный журнал . 2016. № 12. С. 40-42.

5. Пономарь, Н.С. Влияние препарата ионизированного серебра на репаративную регенерацию кожи и подлежащих тканей при моделировании термических и химических ожогов у крыс / Н.С. Пономарь // Биомедицина. – 2012. – № 1. – С. 143 –148.

© Фокина Н.А., Урядова Г.Т., Карпунина Л.В. 2025

**Управления рисками при обращении медицинских изделий для
диагностики *in vitro***

Анна Сергеевна Феськова¹, Мария Владимировна Овчинникова¹, Ирина Витальевна Шульгина¹, Оксана Анатольевна Лобовикова¹, Татьяна Юрьевна. Кириллова¹, Анастасия Александровна Савенкова¹, Светлана Сергеевна Галетова¹, Алексей Константинович Никифоров^{1,2}

¹ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора,
г. Саратов

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. При внедрении системы управления качеством одним из основных требований является разработка, применение и документирование менеджмента риска на всех этапах жизненного цикла медицинских изделий для диагностики *in vitro*.

Посредством менеджмента риска возможна идентификация опасностей, относящихся к медицинским изделиям, определение и оценивание рисков, связанных с этими опасностями, управление рисками и осуществление мониторинга результативности данного управления на протяжении всего периода обращения медицинских изделий.

Ключевые слова: менеджмент риска, медицинские изделия для диагностики *in vitro*

Risk management during circulation of *in vitro* diagnostic medical devices

Anna S. Feskova¹, Maria V. Ovchinnikova¹, Irina V. Shulgina¹, Oksana A. Lobovikova¹, Tatiana Yu. Kirillova¹, Anastasia A. Savenkova¹, Svetlana S. Galetova¹, Alexey K. Nikiforov^{1,2}

¹FKUN Russian Anti-Plague Institute «Microbe», Rospotrebnadzor, Saratov

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. During implementing a quality management system, one of the main requirements is the development, application and documentation of risk management at all stages of the life cycle of medical devices for *in vitro* diagnostics.

Through risk management, it is possible to identify hazards related to medical devices, identify and assess the risks associated with these hazards, manage risks and monitor the effectiveness of this management throughout the entire period of circulation of medical devices.

Keywords: risk management, medical devices for in vitro diagnostics

Обращение медицинских изделий для диагностики *in vitro* включает этапы разработки (технические и клинические испытания), производство, изготовление, хранение, транспортировку, реализацию, применение, предусмотренное эксплуатационной документацией производителя, а также утилизацию или уничтожение (п.3 ст. 38. Медицинские изделия Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 21.11.2011 N 323-ФЗ) [1].

Согласно Постановлению правительства РФ № 136 от 09.02.2022 г. [2], производители медицинских изделий классов потенциального риска применения 2б и 3 [4] должны внедрить систему управления качеством медицинских изделий, причем для класса 3 - в полном объеме, включая процессы проектирования и разработки [7]. Основные положения организации системы менеджмента качества (СМК) медицинских изделий изложены в стандарте ГОСТ ISO 13485-2017 "Изделия медицинские. Системы менеджмента качества. Системные требования для целей регулирования" [5].

Одним из основных требований при внедрении системы управления качеством является разработка, применение и документирование менеджмента риска на всех этапах жизненного цикла медицинских изделий [2,5].

Процесс менеджмента риска медицинского изделия должен осуществляться в соответствии с ГОСТ ISO 14971-2021 «Изделия медицинские. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям» [6], который является документом общего плана и распространяется на любые МИ, в том числе и для диагностики *in vitro*.

Управление рисками на стадиях жизненного цикла медицинских изделий включает: анализ и оценивание риска, управление риском, оценивание совокупного остаточного риска, анализ менеджмента риска, деятельность на стадиях производства и постпроизводства, влияющую на безопасность медицинского изделия [6].

Посредством менеджмента риска разработчик и изготовитель медицинских изделий для диагностики *in vitro* могут идентифицировать опасности, относящиеся к медицинским изделиям, определять и оценивать риски, связанные с этими опасностями, управлять рисками и осуществлять мониторинг результативности данного управления на протяжении всего жизненного цикла медицинских изделий.

В связи с вышеизложенным, разработка подходов к менеджменту риска на этапах обращения медицинских изделий для диагностики *in vitro*, включающих анализ, оценивание и управление рисками, является актуальной задачей.

Процедуру управления рисками следует начинать с проведения анализа риска, включающего определение:

применения и характеристик, касающихся безопасности медицинского изделия для диагностики *in vitro*;

возможных опасностей, возникающих при применении медицинского изделия для диагностики *in vitro*;

риска для каждой опасной ситуации.

После подготовки перечня опасностей, необходимо рассмотреть опасные ситуации, возникновение которых возможно в связи с выявленными опасностями. Оценивание риска для каждой идентифицированной опасной ситуации проводят путем установления допустимости риска с применением Матрицы риска, используя вероятность причинения вреда и тяжесть вреда (Таблица 1).

Таблица 1 – Матрица риска

Kr		Тяжесть вреда (S)				
		1	2	3	4	5
Вероятность возникновения вреда (P)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

Количественную оценку рисков проводят на основе вычисления коэффициента риска (Kr) по формуле:

$$Kr = S \times P$$

где Kr – коэффициент риска;

S – уровень тяжести вреда;

P – уровень вероятности возникновения вреда.

Результатом оценивания риска является определение его уровня:

а) $Kr < 8$ риск допустимый (зеленый) – риск, не требующий мер по управлению рисками;

б) $Kr \geq 8$ риск недопустимый (красный) – риск, требующий проведения мер по управлению рисками.

В результате для каждого вреда должен быть сформирован перечень рисков, относящихся к медицинскому изделию для диагностики *in vitro*, которые в последующем оценивают с учетом их приемлемости или неприемлемости.

В ходе управления рисками разработчик и производитель должны подготовить и осуществить мероприятия по снижению рисков, находящихся в зоне неприемлемых значений. Для остальных рисков разработка и реализация мероприятий по их снижению осуществляется при возможности их выполнения. Таким образом, мероприятия по снижению риска должны быть направлены на обеспечение безопасности конструкции медицинского изделия для диагностики *in vitro* на этапе проектирования; путем внедрения защитных мер в процессе производства изделия; с помощью предоставления информации, включающей предупреждения на маркировке и пояснения в эксплуатационной документации изделия.

Для оценивания допустимости полного остаточного риска после выполнения запланированных мероприятий проводят повторное оценивание риска с целью подтверждения снижения идентифицированных рисков до приемлемого уровня. При результативном снижении рисков, полный остаточный риск считают приемлемым, а изделие безопасным [9].

Наличие неприемлемых остаточных рисков требует проведение дополнительных мероприятий, по окончании которых повторяют оценивание рисков и, при необходимости, продолжают снижение всех рисков, включая полный остаточный, до приемлемого уровня.

Производители должны осуществлять процесс менеджмента риска на всех этапах жизненного цикла изделия, учитывая необходимость управления рисками и в пострегистрационный период. При этом анализ рисков проводят как планоно (ежегодно), так и внепланоно – при возникновении негативных событий, относящихся к изделию производителя или аналогичным, находящимся в обращении.

Выявленные в ходе постпроизводственного мониторинга ранее неидентифицированные риски или полученная новая информация об увеличенном уровне идентифицированных ранее рисков обязывают производителей к проведению повторного анализа рисков, подготовке и выполнению плана мероприятий по снижению рисков до приемлемого уровня.

Менеджмент риска позволяет снизить вероятности опасностей и опасных ситуаций, связанных с медицинскими изделиями для диагностики *in vitro*, способных привести к причинению вреда пациентам и медицинскому персоналу.

Обязанностью производителей медицинских изделий для диагностики *in vitro* является надлежащее обеспечение процесса менеджмента риска на протяжении всего их жизненного цикла – от формулирования входных данных до постпроизводственного наблюдения за выпускаемыми медицинскими изделиями [8].

Таким образом, целью процесса менеджмента риска является снижение риска применения медицинского изделия до приемлемого уровня. Это означает, что польза от применения медицинского изделия для диагностики *in vitro* должна превышать остаточные риски.

Список источников

1. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 года № 323-ФЗ (с изм. и доп.).

2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении требований к внедрению, поддержанию и оценке системы управления качеством медицинских изделий в зависимости от потенциального риска их применения» от 09.02.2022 года № 136.

3. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил организации и проведения инспектирования производства медицинских изделий на соответствие требованиям к внедрению, поддержанию и оценке системы управления качеством медицинских изделий в зависимости от

потенциального риска их применения» от 09.02.2022 года № 135.

4. Приказ Минздрава РФ «Об утверждении номенклатурной классификации медицинских изделий» от 06.06.2012 года № 4н.

5. ГОСТ ISO 13485-2017 Изделия медицинские. Системы менеджмента качества. Требования для целей регулирования.

6. ГОСТ ISO 14971-2021 Изделия медицинские. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям.

7. ГОСТ Р 59767-2021 Изделия медицинские. Менеджмент риска. Оценка риска при проектировании и разработке медицинских изделий.

8. ГОСТ Р 59768-2021 Изделия медицинские менеджмент риска. Оценка риска на постпроизводственной стадии жизненного цикла продукции;

9. ГОСТ Р 59769-2021 Изделия медицинские. Менеджмент риска. Руководство по планированию процесса анализа и оценивания риска.

© Феськова А.С., Овчинникова М.В., Шульгина И.В., Лобовикова О.А., Кириллова Т.Ю., Савенкова А.А., Галетова С.С., Никифоров А.К., 2025

Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения отодектоза у кошек

Лиана Дамировна Халиуллина

Башкирский государственный аграрный университет,
г. Уфа

Аннотация: В современных условиях развития ветеринарной медицины борьба с паразитарными заболеваниями домашних питомцев приобретает особую значимость. Среди этих заболеваний отодектоз кошек занимает лидирующие позиции. Сравнительная оценка терапевтической эффективности лечения отодектоза у кошек выявила наилучшую эффективность второй группы, где применяли Ивермек-спрея, Нуклеопептида, лосьона Росинка для ушей, Дексаметазона и Витама

Ключевые слова: мелкие домашние животные, кошки, отодектоз кошек

Therapeutic effectiveness of complex methods of treating otodectosis in cats

Liana D. Khaliullina

Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract: In the modern conditions of development of veterinary medicine, the fight against parasitic diseases of pets is of particular importance. Among these diseases, otodectosis in cats occupies a leading position. A comparative assessment of the therapeutic effectiveness of treating otodectosis in cats revealed the best effectiveness of the second group, where Ivermex spray, Nucleopeptid, Rosinka lotion for ears, Dexamethasone and Vitam were used

Keywords: small pets, cats, otodectosis in cats

Актуальность. В современных условиях развития ветеринарной медицины борьба с паразитарными заболеваниями домашних питомцев приобретает особую значимость. Среди этих заболеваний отодектоз кошек занимает лидирующие позиции. Статистика указывает, что в российских регионах с повышенной влажностью, таких как Урал, до 55 % кошек становятся жертвами клеща *Otodectes cynotis*. Отодектоз – распространенное паразитарное заболевание плотоядных в России, составляющее до 25-30% от общего числа инфекционных и незаразных патологий. Особенно уязвимы молодые кошки в возрасте от 2 до 6 месяцев, среди которых экстенсивность инвазии достигает 30,9–34,4% [1-10].

Целью исследования явилось оценить терапевтическую эффективность комплексных подходов в лечении отодектоза у кошек

Материалы и методы исследования. Диагноз ставился на основании тщательного анализа анамнестических данных, характерных клинических проявлений и результатов микроскопического исследования соскобов кожи с внутренней поверхности ушной раковины и содержимого наружного слухового прохода.

В исследовании приняли участие 45 кошек в возрасте от 3 месяцев до 5 лет, с подтвержденным диагнозом отодектоз. Животные были разделены на 3 группы по 15 особей в каждой. Критериями включения в группы стали: положительный результат микроскопического исследования и добровольное согласие владельцев. Исключались животные с вторичными бактериальными и/или грибковыми отитами, беременные и лактирующие кошки, кошки, имеющие в анамнезе высокую чувствительность к акарицидным препаратам. Распределение по группам проводилось методом рандомизации. Методы лечения подробно представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Методы лечения больных отодектозом кошек

Группа	Применяемые препараты
1 (n=15)	Инспектор Квадро К - по 3 капли препарата в предварительно очищенное ухо, остаток нанести на кожу между лопаток, двукратно с интервалом 7 дней; Дексаметазон по 0,3 мл внутримышечно 1 раз в день – 3 дня; Витам – по 2 мл подкожно 1 раз в день – 3 дня.
2 (n=15)	Ивермек-спрей – на предварительно очищенную внутреннюю поверхность ушной раковины и кожу наружного слухового прохода нанести спрей в дозе 0,7 (5 нажатий). Обработку проводят двукратно с интервалом 3 – 5 дней); Лосьон Росинка – обработка ушных раковин по 3-5 капель в каждое ухо 1 раз в день ежедневно в течение 10 дней; Нуклеопептид - по 1 мл подкожно двукратно с интервалом 7 дней; Дексаметазон по 0,3 мл внутримышечно 1 раз в день – 3 дня; Витам – по 2 мл подкожно 1 раз в день 3 дня.
3 (n=15)	Мазь Аверсектиновая - аурикулярное применение двукратно с интервалом 5 – 7 дней в предварительно очищенное ухо; Лосьон Росинка – обработка ушных раковин по 3-5 капель в каждое ухо 1 раз в день ежедневно в течение 10 дней; Дексаметазон по 0,3 мл внутримышечно 1 раз в день – 3 дня; Иммуннофан – по 1 мл подкожно 1 раз в день, 5 дней; Витам – по 2 мл подкожно 1 раз в день 3 дня.

Результаты исследований. Терапевтическую эффективность комплексных методов лечения оценивали, руководствуясь следующими критериями:

1) экстенсэффективность (ЭЭ) - процент животных, освободившихся от эктопаразитов;

2) интенсивность эффективности препарата (ИЭ) – процент гибели эктопаразитов по отношению к общему количеству эктопаразитов (интенсивность инвазии – ИИ), установленного до начала лечения;

3) динамика проявления клинических признаков.

Интенсивность инвазии до начала лечения достигала 9 клещей в поле зрения микроскопа. Результаты терапевтической эффективности проведенных мероприятий представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Терапевтическая эффективность проведенных мероприятий

Группа	Препараты	Дни исследования (ЭЭ, %)				Дни исследования (ИЭ, %)		
		7	14	21	Рецидивы (n)	7	14	21
1	Инспектор Дексаметазон Витам	60 (n=9)	86,6 (n=13)	100 (n=15)	1	88,8 (n=1)	88,8 (n=1)	100
2	Ивермек-спрей Нуклеопептид Лосьон для очистки ушей Дексаметазон Витам	73,3 (n=11)	100 (n=15)	100 (n=15)	0	66,6 (n=3)	100	100
3	Аверсектиновая мазь Лосьон для очистки ушей Дексаметазон Имунофан Витам	40 (n=6)	66,6 (n=10)	100 (n=15)	3	55,5 (n=4)	77,7 (n=2)	100

Вывод. Сравнительная оценка терапевтической эффективности лечения отодектоза у кошек выявила наилучшую эффективность второй группы: к 14-му дню клещи были полностью искоренены (100% эрадикация), не оставив и следа инвазии. В этой группе применяли Ивермек-спрея, Нуклеопептида, лосьона Росинка для ушей, Дексаметазона и Витама (на 7-й день ЭЭ составила 73,3% (11 кошек), а ИЭ — 66,6%, что подтверждало активное воздействие комбинации препаратов на все стадии развития клещей. К 14-му дню достигнута 100% ЭЭ и ИЭ. Примечательно, что рецидивов во второй группе не наблюдалось, что подчеркивает эффективность комплексного подхода, включавшего иммуномодулятор (Нуклеопептид) и противовоспалительную терапию (Дексаметазон).

Список источников

1. Александрова, Я. Р. Сравнительная оценка методов лечения отодектоза кошек в условиях клиник г. Челябинска и г. Москвы / Я.Р. Александрова, Н.А. Дерюгина, Ф.Г. Гизатуллина // Материалы Междунар. науч.-практ. студенч. конф. «Актуальные вопросы науки, технологии и производства» (20, 27 апреля 2016 г.). - Троицк: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. - С. 162–166.
2. Атаев А. М. Паразитарные болезни животных: учебное пособие для вузов / А.М. Атаев, М.М. Зубаирова, Н.Т. Карсаков, З.М. Джамбулатов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. 304 с.
3. Гизатуллина, Ф.Г. Сравнительная эффективность акарицидных препаратов при отодектозе кошек / Ф.Г. Гизатуллина // АПК России. — 2020. — №4. — С. 665–673.
4. Зарипова, Э. М. Гематологические показатели крови собак при пироплазмозе / Э. М. Зарипова, З. З. Ильясова // Научно-методический электронный журнал "Кон-цепт". – 2017. – № Т39. – С. 3796-3800.
5. Ильясова, З. З. Влияние прополиса, энтерозима, ОСЖ "Ферран" и их компо-зиционных форм, на фоне иммунизации против сальмонеллеза, на бактерицидную активность сыворотки крови телят / З. З. Ильясова // Иммунобиологические, технологи-ческие, экономические факторы повышения производства продукции сельского хозяйства / МСХ РФ, Всероссийский НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, АН РБ, Башкирский ГАУ. – Москва-Уфа : Башкирский ГАУ-Всероссийский государственный научно-исследовательский институт контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов , 2002. – С. 105-107.
6. Ильясова, З. З. Опыт экологического свиноводства в условиях Германии / З. З. Ильясова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии - в сельскохозяйственное производство: Материалы II Всероссийской НПК с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора ветеринарных наук, профессора Х. В. Аюпова (1914-1987 гг.), Уфа, 21–22 февраля 2014 года. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 298-301.
7. Ильясова, З. З. Терапевтическая эффективность комплексного лечения бронхопневмонии телят / З. З. Ильясова, А. А. Ахметзянова, Р. Р. Ильясова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 25-31.
8. Ильясова, З. З. Экологически безопасная коррекция нормофлоры кишечника / З. З. Ильясова // Безопасность жизнедеятельности: современные проблемы и пути их решения : Материалы II международной научно-практической конференции, Уфа, 29 апреля 2011 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство природо-пользования и экологии Республики Башкортостан, ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, Республиканский учебно-научно методический центр Министерства образования Республики Башкортостан, ФГОУ ДПОС Башкирский институт переподготовки и повы-

шения квалификации кадров АПК, Академия наук Республики Башкортостан. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2011. – С. 120-123.

9. Иммунный статус телят молочного периода роста при комбинированном применении пробиотиков и пребиотиков / А. В. Андреева, З. З. Ильясова, О. М. Алтын-беков, А. З. Хакимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 10-14.

10. Эффективность применения целлюлозосодержащих продуктов зернопереработки в кормлении гусей / Р. Т. Маннапова, И. М. Файзуллин, З. З. Ильясова, Р. Р. Шайхулов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 12. – С. 24-26.

©Халиуллина Л.Д, 2025

Современные биотехнологические подходы к совершенствованию процессов кристаллизации и термической обработки шоколада

Ольга Юрьевна Ханевич, Татьяна Александровна Вашко
Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск

Аннотация. Статья посвящена биотехнологическим аспектам производства шоколада с акцентом на свойства какао-масла и его кристаллические модификации. Исследуются полиморфные формы какао-масла ($\beta(V)$ и Super- $\beta(VI)$) и их влияние на органолептические характеристики шоколада: текстуру, блеск и температуру плавления. Рассматриваются ключевые процессы — темперирование, карамелизация и реакция Майяра, определяющие качество продукта. Особое внимание уделяется управлению кристаллизацией для повышения стабильности шоколада, минимизации потерь сырья и продления срока годности. На основе анализа физико-химических свойств какао-масла предлагаются инновационные подходы к разработке функциональных продуктов питания с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: Шоколад, какао-масло, полиморфизм, темперирование, кристаллизация, антиоксидантные свойства, биотехнологии, пищевое производство, функциональные продукты, органолептические свойства, карамелизация, реакция Майяра, жировой налет, инновационные технологии, пищевая ценность

Modern biotechnological approaches to improving the processes of crystallization and thermal treatment of chocolate

Olga Y. Khandevich, Tatyana A. Vashko
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Abstract. The article focuses on the biotechnological aspects of chocolate production, with an emphasis on the properties of cocoa butter and its crystalline modifications. The study examines the polymorphic forms of cocoa butter ($\beta(V)$ and Super- $\beta(VI)$) and their impact on the organoleptic characteristics of chocolate, such as texture, gloss, and melting temperature. Key processes—tempering, caramelization, and the Maillard reaction—are analyzed for their role in determining product quality. Special attention is given to the control of crystallization to enhance chocolate stability, minimize raw material losses, and extend shelf life. Based on the analysis of the physicochemical properties of cocoa butter, innovative approaches are proposed for developing functional foods with enhanced nutritional value.

Keywords: Chocolate, cocoa butter, polymorphism, tempering, crystallization, antioxidant properties, biotechnology, food production, functional foods, organoleptic properties, caramelization, Maillard reaction, fat bloom, innovative technologies, nutritional value

Шоколад, являясь одним из ключевых продуктов пищевой индустрии, представляет собой уникальный объект для исследования с точки зрения биотехнологий в сельскохозяйственном и пищевом производстве. Его качество и потребительские характеристики напрямую зависят от сложных физико-химических процессов, происходящих на этапах переработки сырья и производства готового продукта. Особое внимание уделяется свойствам какао-масла — основного компонента шоколада, который обладает способностью формировать различные кристаллические модификации. Эти полиморфные формы влияют на текстуру, блеск, температуру плавления и устойчивость шоколада к внешним воздействиям.

Процесс темперирования играет центральную роль в создании высококачественного шоколада. Темперирование представляет собой управляемую термическую обработку, направленную на стабилизацию кристаллической структуры какао-масла. Современные биотехнологические подходы позволяют не только оптимизировать этот процесс, но и минимизировать потери сырья, повышая эффективность производства. Кроме того, условия хранения, термические колебания и химические реакции (например, окисление или маарирование) оказывают значительное влияние на органолептические свойства шоколада, что требует разработки инновационных решений для продления его срока годности и улучшения стабильности.

Настоящая статья посвящена изучению механизмов формирования кристаллических структур какао-масла с использованием современных биотехнологических методов. В частности, рассматриваются вопросы управления полиморфными превращениями какао-масла под воздействием температурных режимов и их влияния на технологические свойства шоколада. Исследование также включает анализ химических реакций, протекающих на этапах производства и хранения, таких как взаимодействие жиров, белков и углеводов, а также их роль в формировании текстуры, вкусовых характеристик и устойчивости продукта.

Объектом исследования выступают кристаллические полиморфные формы какао-масла, их динамика и трансформация в зависимости от условий обработки. Цель работы заключается в разработке научно обоснованных рекомендаций для оптимизации технологических процессов производства шоколада, направленных на повышение качества продукта и снижение экологической нагрузки за счет рационального использования ресурсов.

Шоколад, как сложная многокомпонентная система, обладает уникальными свойствами, обусловленными кристаллической решеткой какао-масла. Последнее способно формировать шесть полиморфных форм кристаллов (I–VI), представлены на рисунке. Наиболее значимыми являются $\beta(V)$ и Super- $\beta(VI)$ [1].

Именно эти модификации обеспечивают шоколаду характерный глянец, твердость, хрусткость и повышенную температуру плавления. Однако достижение идеальной структуры требует строгого контроля температурных параметров на этапе темперирования — ключевого технологического процесса, направленного на селективное формирование стабильных кристаллов.



Рисунок. Кристаллы какао-масла.

Темперирование начинается с нагрева шоколадной массы до температуры выше 45°C, что приводит к полному разрушению существующих связей кристаллов. Последующее резкое охлаждение до 27°C провоцирует трансформирование кристаллов низших порядков (α , β' -формы), в более стабильные β -структуры. Для устранения нежелательных β' -кристаллов применяют повторный нагрев до 29–32°C, что избирательно разрушает менее стабильные модификации, сохраняя $\beta(V)$ -форму [2]. Результатом становится плотная кристаллическая решетка, обеспечивающая гладкую текстуру, устойчивость к таянию при температурах до 34°C и характерный акустический эффект при изломе.

Отдельного внимания заслуживает формирование Super- $\beta(VI)$ кристаллов, которые возникают в уже затвердевшем шоколаде в результате длительной реорганизации $\beta(V)$ -структур. Уплотнение кристаллической решетки за счет увеличения числа молекул на кристалл повышает температуру плавления до 36–40°C, что делает такой шоколад устойчивым к высоким температурам окружающей среды. Это свойство активно используется в биотехнологиях для производства продукции, предназначенной для регионов с жарким климатом, где сохранение товарного вида при транспортировке и хранении является критически важным параметром.

Помимо кристаллизации, значимым аспектом является термическая стабильность шоколада. При превышении 55°C начинается разделение жиров и сахаров, сопровождающееся образованием комков и потерей текстуры — процесс, известный как «точка горения» [2]. Однако нагрев до 120–130°C становится возможным, при постоянном перемешивании и плавном повышении температуры. Такой процесс запускает карамелизацию — изменение сахаров с образованием меланоидинов, придающих шоколаду янтарный оттенок и карамельный вкус. Параллельно протекает реакция Майяра, в ходе которой взаимодействие сахаров с аминокислотами приводит к синтезу ароматических соединений, обогащающих вкусоароматический профиль. Данные процессы демонстрируют, что управление термическими режимами позволяет не только избежать горения, но и модифицировать свойства продукта.

Ключевой проблемой при хранении шоколада является образование белого налета («жирового замеса»), вызванного колебаниями температуры или влажности. При этом освободившиеся кристаллы какао-масла мигрируют на поверхность, формируя жировой налет. Важно подчеркнуть, что этот процесс не влияет на безопасность продукта, а его обратимость возможна благодаря перекристаллизации. Также, какао-масло является природным антиоксидантом, защищает жирные кислоты от окисления. Благодаря этому регулярное темперирование шоколада восстанавливает его кристаллическую структуру, возвращая какао-маслу способность работать эффективно. Каждый цикл темперирования продлевает срок годности шоколада.

Понимание процессов кристаллизации какао-масла и его антиоксидантных свойств может быть применено в биотехнологиях сельскохозяйственного и пищевого производства для улучшения качества, безопасности и долговечности продуктов. Например, использование методик формирования стабильных кристаллических структур позволяет создавать шоколадные изделия с улучшенными органолептическими характеристиками и повышенной устойчивостью к окислению. Это особенно важно для продукции, требующей длительного хранения, такой как подарочные наборы или кондитерские изделия премиум-класса. Минимизация риска появления жирового налета достигается за счет строгого контроля температурных режимов и использования инновационных технологий обработки, что также снижает производственные издержки благодаря уменьшению потерь сырья.

Кроме того, эти знания открывают новые возможности для разработки функциональных продуктов питания. Антиоксидантные свойства какао-масла могут быть усилены за счет добавления натуральных экстрактов или биологически активных веществ, полученных с использованием современных биотехнологических методов. Это позволяет не только продлить срок годности изделий, но и повысить их пищевую ценность, что особенно актуально в условиях растущего спроса на продукты с улучшенными потребительскими характеристиками.

Творческий подход к вкусовым сочетаниям также становится возможным благодаря глубокому пониманию физико-химических процессов. Например, контролируемая карамелизация шоколада или его комбинация с натуральными ингредиентами (пряностями, кофейными экстрактами, фруктовыми пюре) позволяет создавать уникальные продукты с богатым вкусовым профилем. Современные биотехнологии позволяют оптимизировать такие процессы, обеспечивая стабильность вкусовых характеристик и повышая привлекательность продукции для потребителей.

Таким образом, исследование кристаллизации какао-масла и его свойств создает прочную научную основу для инноваций в пищевой промышленности. Это способствует разработке новых рецептур, улучшению технологических процессов и созданию продуктов, отвечающих современным требованиям качества, безопасности и функциональности.

Список источников

1. Chocology: Что такое прекристаллизация [Электронный ресурс]. URL: <https://chocology.ru/journal/chto-takoe-prekristallizatsiya/?ysclid=m731ibjc5200207089> [дата обращения: 30.03.2025].

2. Шоколад и шоколадные изделия. Производство и применение / С. Т. Беккет, М. С. Фуллер, Г. Р. Циглер // Профессия, 2013. № 4. С. 299 - 320.

References

1. Chocology: What is Pre-crystallization [Electronic resource]. URL: <https://chocology.ru/journal/chto-takoe-prekristallizatsiya/?ysclid=m731ibjc5200207089> [Accessed: 03/30/2025].

2. Chocolate and Chocolate Products. Production and Application / S. T. Beckett, M. S. Fowler, G. R. Ziegler // Profession, 2013. No. 4. P. 299 - 320.

Вклад авторов:

Ханевич О. Ю. – написание исходного текста и его доработка; итоговые выводы.

Вашко Т. А. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии.

Contribution of the authors:

Khandevich O. Yu. – follow-on revision of the text and its refinement; final conclusions.

Vashko T. A. – scientific management; research concept; methodology development.

© Ханевич О.Ю., Вашко Т.А., 2025

Биотехнологии в сельскохозяйственном производстве: новые горизонты для устойчивого развития

Елена Владимировна Черненко, Валерия Евгеньевна Гусева, Елена Сергеевна Гавва

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные аспекты применения биотехнологий в аграрном секторе. Основное внимание уделяется генетической модификации растений, микробиологическим удобрениям и биопестицидам, а также использованию биотехнологий в животноводстве. Обсуждаются примеры успешного применения биотехнологий, а также вопросы безопасности и этические аспекты их использования. Статья подчёркивает важность биотехнологий для достижения устойчивого развития сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности в условиях растущего населения и изменения климата.

Ключевые слова: биотехнологии, сельское хозяйство, производство, животноводство, растения

Biotechnology in agricultural production: new horizons for sustainable development

Elena V. Chernenko, Valeria E. Guseva, Elena S. Gavva

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article discusses current aspects of biotechnology application in the agricultural sector. The main focus is on genetic modification of plants, microbiological fertilizers and biopesticides, as well as the use of biotechnology in animal husbandry. Examples of successful application of biotechnology are discussed, as well as safety issues and ethical aspects of their use. The article emphasizes the importance of biotechnology for achieving sustainable agricultural development and ensuring food security in the context of a growing population and climate change.

Keywords: biotechnology, agriculture, manufacturing, animal husbandry, plants

Биотехнологии — это область науки и промышленности, которая использует биологические системы, живые организмы или их производные для разработки или создания продуктов. В более широком смысле биотехнологии включают применение биологических процессов, организмов или систем в различных

сферах, таких как медицина, сельское хозяйство, пищевая промышленность и охрана окружающей среды, с целью решения практических задач и улучшения качества жизни человека [1].

В современном мире сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов, таких как рост населения, изменение климата, сокращение земельных ресурсов и необходимость повышения эффективности производства. В этих условиях биотехнологии становятся ключевым инструментом для достижения устойчивого развития аграрного сектора. В статье мы рассмотрим основные направления применения биотехнологий в сельскохозяйственном производстве и их потенциал для решения актуальных проблем.

1. Генетическая модификация растений.

Одним из наиболее известных направлений биотехнологий является генетическая модификация (ГМ) растений. ГМ-культуры обладают улучшенными характеристиками, такими как устойчивость к вредителям, болезням, засухе и другим стрессовым факторам. Это позволяет повысить урожайность, снизить затраты на пестициды и удобрения, а также уменьшить воздействие на окружающую среду.

Примеры успешных ГМ-проектов включают:

создание сортов кукурузы и хлопка с устойчивостью к гербицидам и вредителям;

разработка сортов сои с улучшенным содержанием белка и масла;

создание засухоустойчивых сортов пшеницы и других зерновых культур.

Однако применение ГМ-технологий вызывает определённые опасения, связанные с безопасностью для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому важно проводить тщательные исследования и мониторинг для обеспечения безопасности ГМ-продуктов.

2. Микробиологические удобрения и биопестициды.

Микробиологические удобрения и биопестициды представляют собой ещё одно важное направление биотехнологий в сельском хозяйстве. Они основаны на использовании микроорганизмов, которые способствуют повышению плодородия почвы, улучшению питания растений и защите от болезней и вредителей.

Преимущества микробиологических удобрений и биопестицидов включают:

экологическую безопасность и отсутствие негативного воздействия на окружающую среду;

снижение затрат на химические удобрения и пестициды;

повышение устойчивости растений к стрессовым условиям.

Примеры применения микробиологических препаратов:

использование ризобий для улучшения азотного питания бобовых культур;

применение препаратов на основе триходермы для защиты растений от грибковых заболеваний;

использование бактериальных препаратов для стимуляции роста корней и повышения устойчивости к засухе [2].

3. Биотехнологии в животноводстве.

Биотехнологии также находят применение в животноводстве. Они могут использоваться для улучшения генетики животных, повышения их продуктивности и устойчивости к заболеваниям.

Некоторые примеры включают:

селекция животных с использованием молекулярных маркеров для выявления желаемых признаков;

клонирование и трансгенез для создания животных с улучшенными характеристиками;

разработка вакцин и лекарственных препаратов на основе биотехнологий для профилактики и лечения заболеваний животных [3].

Биотехнологии открывают новые возможности для развития сельского хозяйства и решения актуальных проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности, повышением эффективности производства и снижением воздействия на окружающую среду. Однако для успешного применения биотехнологий необходимо проводить тщательные исследования, обеспечивать безопасность продуктов и учитывать этические аспекты [4].

В будущем можно ожидать дальнейшего развития биотехнологий в сельском хозяйстве, что будет способствовать достижению устойчивого развития и обеспечению продовольственной безопасности для растущего населения планеты.

Список источников

1. Гершензон С. М. - Генная инженерия и устойчивое сельское хозяйство. - М.: Наука, 2020.

2. Коломиец Э.И. Микробные биотехнологии как основа экологизации и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства / Э. И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т микробиологии; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. - Минск, 2018. Т. 10. С. 3-11.

3. Пшебельская, Л. Ю. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ / Л. Ю. Пшебельская, А. В. Ледницкий // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. - 2024. - № 2 (286). - С. 5-12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75142790> (дата обращения 15.04.2025)

4. Султонов, С.С.У. РАЗРАБОТКА НОВЫХ БИОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ / С.С.У. Султонов // Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и тенденции развития : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. - Стерлитамак, 2024. С. 38-39. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69152260> (дата обращения 10.04.2025)

© Черненко Е.В., Гусева В.Е., Гавва Е.С. 2025

Совершенствование технологии производства панкреатического гидролизата казеина

Юлия Васильевна Честнова, Константин Игирович Холматов, Наталья Ивановна Вахрушина, Владимир Александрович Бенцлер, Михаил Михайлович Чалбушев, Светлана Васильевна Астафьева
ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора,
г. Саратов

Аннотация. В данной работе представлен сравнительный анализ физико-химических показателей качества панкреатического гидролизата казеина, полученного с применением различных ферментных препаратов: поджелудочной железы крупного рогатого скота, панкреатина, пепсина/трипсина. Сравнительный анализ показал, что физико-химические показатели качества панкреатического гидролизата казеина с применением панкреатина не уступают традиционному способу изготовления с применением нативной поджелудочной железы крупного рогатого скота.

Ключевые слова: гидролиз, питательные среды, панкреатический гидролизат казеина, ферментные препараты.

Improving the technology of production of pancreatic hydrolysate of casein

Yulia V. Chestnova, Konstantin I. Kholmatov, Natalia I. Vakhrushina, Vladimir A. Benzler, Mikhail M. Chalbushev, Svetlana V. Astafieva
Russian Anti-Plague Institute «Microbe» of Rospotrebnadzor, Saratov

Abstract. This paper presents a comparative analysis of the physico-chemical quality parameters of pancreatic casein hydrolysate obtained using various enzyme preparations: bovine pancreas, pancreatin, pepsin/trypsin. Comparative analysis has shown that the physico-chemical quality indicators of pancreatic casein hydrolysate using pancreatin are not inferior to the traditional manufacturing method using native pancreas of cattle.

Keywords: hydrolysis, nutrient media, pancreatic hydrolysate of casein, enzyme preparations.

Панкреатический гидролизат казеина (ПГК) является белковой основой бактериальных питательных сред (ПС), которые используют для культивирования широкого спектра микроорганизмов [1, 4, 5]. В ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора разработан способ производства ПГК с применением поджелудочной железы крупного

рогатого скота (КРС) в качестве ферментного препарата, который используют на стадии культивирования штаммов-продуцентов *Vibrio cholerae* в производстве профилактического иммунобиологического лекарственного препарата «Вакцина холерная бивалентная химическая, таблетки, покрытые кишечнорастворимой оболочкой» [3]. Использование поджелудочной железы КРС, в качестве ферментного препарата в процессе гидролиза казеина, требует соблюдения температурного режима при ее хранении (-18 ± 2 °С), дополнительного этапа подготовительных работ, таких как разморозка, отделение жировых тканей и измельчение [7]. Кроме того, по нашему мнению, показатели протеолитической активности поджелудочной железы КРС колеблются от партии к партии. Вышесказанное обуславливает высокую стоимость производства ПГК и ухудшение показателя эффективности ПС из ПГК.

Учитывая вышесказанное, поиск стандартного протеолитического ферментного препарата для замены поджелудочной железы КРС в производстве ПГК является актуальной научно-практической задачей. Из источников литературы известно, что для гидролиза белкового сырья используют ферментные препараты животного происхождения, растительные протеазы, ферменты гидробионтов и микроорганизмов [7, 8, 9].

Целью настоящей работы является изучение процесса гидролиза казеина при использовании стандартных ферментных препаратов.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи исследования**:

1) провести гидролиз казеина с помощью стандартных протеолитических ферментов (панкреатина, пепсина, трипсина) и оценить динамику накопления аминного азота;

2) провести сравнительный анализ экспериментальных и контрольной серий ПГК по физико-химическим показателям качества.

В работе использовали казеин технический кислотный (Конкорд, Россия), пепсин из слизистой желудка свиньи (Merck, Германия), поджелудочную железу КРС (Глубокский мясокомбинат, Беларусь), панкреатин (Производственная фармацевтическая компания Обновление, Россия), пепсин из слизистой желудка свиньи (Merck, Германия), трипсин (Paneko Construction Inc, США). Определение физико-химических показателей качества экспериментальных серий ПГК проводили по методикам, описанным в ГОСТ 29311-1992 и МУК 4.2.2316-08 [2, 6]. Цветность и прозрачность определяли визуально в проходящем свете. Определение общего азота и полипептидов проводили на колориметре фотоэлектрическом концентрационном КФК-2 (ЗОМЗ, Россия). Аминный азот определяли потенциометрически на анализаторе жидкости Эксперт-001-3 (Эконикс-Эксперт, Россия). Для определения сухого остатка использовали электрический колбонагреватель LH-250 (LOIP, Эстония), сушижаровой шкаф FED 400 RS 422 с (Binder, Германия) и весы лабораторные электронные RV313 (Adventurer Pro, Швейцария). Определение сухого остатка определяли удалением влаги из исследуемого образца путем выпаривания и последующего высушивания остатка до постоянного веса. Степень расщепления белка определяли по отношению показателей аминного азота и общего азота.

Статистическую обработку результатов исследования проводили путем вычисления средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической, используя t-критерий Стьюдента.

Для гидролиза 1 кг казеина использовали следующий расход ферментных препаратов: 14 г/кг пепсина, 7 г/кг трипсина, 100 г/кг панкреатина [10], поджелудочную железу КРС использовали в измельченном виде из расчета 1:1. Гидро модуль, по соотношению белка к воде, во всех сериях был одинаковым и составлял 1:10. Процесс гидролиза проходил при постоянной температуре 42 °С и водородном показателе рН=7,8, при использовании пепсина устанавливали рН=2,0. В серии, с использованием в качестве ферментных препаратов пепсина и трипсина, трипсин добавляли после установления рН=7,8 через 60 ч гидролиза пепсином. В экспериментальных и контрольной сериях ПГК в процессе гидролиза измеряли накопление аминного азота каждые 4 ч. Прекращение нарастания аминного азота свидетельствовало об окончании процесса гидролиза. Процесс гидролиза длился в течение 120 ч при периодическом перемешивании.

Были получены следующие серии ПГК: контрольная серия – ПГК с применением нативной поджелудочной железы КРС в качестве ферментного препарата, экспериментальная серия 1 – ПГК с применением панкреатина, экспериментальная серия 2 – ПГК с применением пепсина/трипсина.

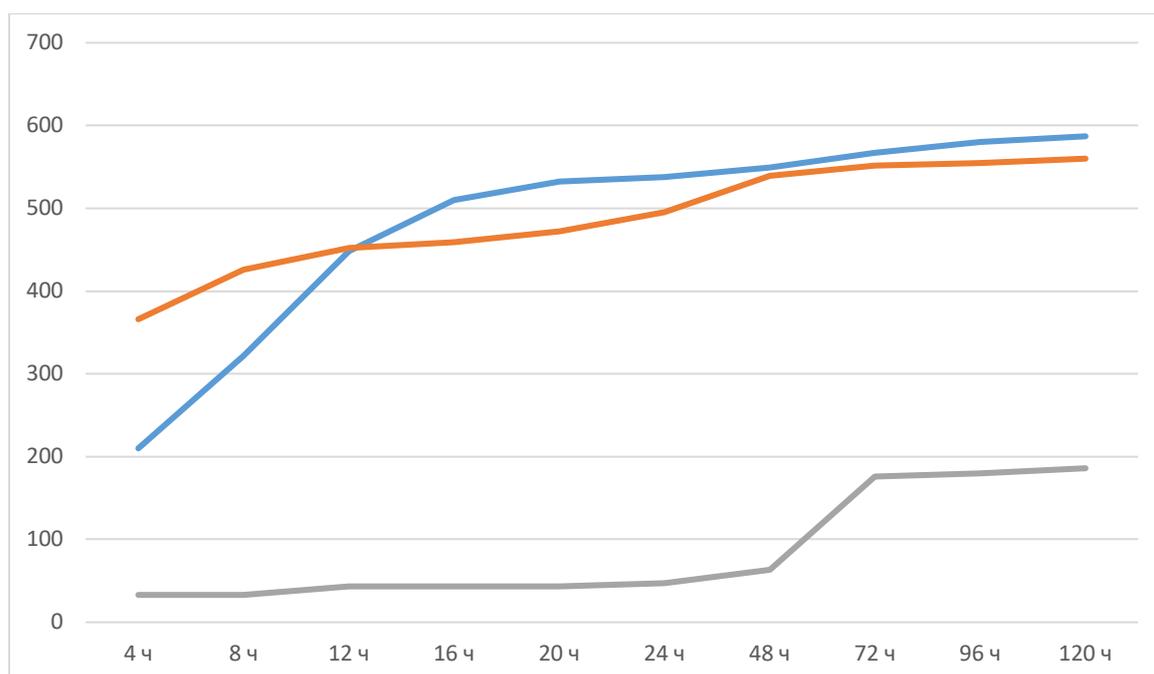


Рисунок 1. Динамика накопления аминного азота в экспериментальных сериях ПГК: синий – контрольная серия, оранжевый – экспериментальная серия 1, серый – экспериментальная серия 2.

На рисунке 1 видно, что процесс гидролиза в контрольной серии и экспериментальной серии 1 целесообразно ограничить через 2 сут. Пик накопления аминного азота в указанных сериях наблюдался в первые 48 ч, максимальное накопление аминного азота составило: в контрольной серии – (587,00±2,52) мг%.; в экспериментальной серии 1 – (560,00±1,53) мг%. По

истечению 48 ч прирост аминного азота в данных сериях наблюдался в пределах 0,3 мг%/ч, что говорило об окончании процесса гидролиза. Следует отметить, что в контрольной серии и экспериментальной серии 1 ПГК динамика накопления аминного азота, по нашему мнению, имела схожий характер и существенно не отличалась. В экспериментальной серии 2 в первые 48 ч накопление аминного азота составило $63,00 \pm 1,00$ мг%. Через 72 ч от начала процесса гидролиза, после добавления к смеси трипсина, отмечалось увеличение аминного азота, которое составило $176 \pm 2,00$ мг%.

На следующем этапе исследований были изучены физико-химические показатели качества полученных экспериментальных серий ПГК.

Таблица 1. – Физико-химические показатели качества экспериментальных серий ПГК.

Показатель	Контрольная серия	Экспериментальная серия 1	Экспериментальная серия 2
Цветность	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Соломенно-желтый
Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Непрозрачный, преобладающая опалесценция взвешенных частиц
Степень расщепления белка, %	$40,48 \pm 0,19$	$38,40 \pm 0,18$	$13,40 \pm 0,14$
Общий азот, %	$1,47 \pm 0,01$	$1,46 \pm 0,01$	$1,50 \pm 0,01$
Аминный азот, %	$0,59 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,01$
Полипептиды, %	$4,00 \pm 0,11$	$3,60 \pm 0,11$	$4,60 \pm 0,06$
Сухой остаток, %	$10,70 \pm 0,05$	$9,47 \pm 0,01$	$9,56 \pm 0,05$

Визуальная оценка показателей прозрачности и цветности дает основание полагать, что в контрольной серии и экспериментальной серии 1 отсутствовали посторонняя микрофлора и взвешенные частицы. В экспериментальной серии 2 наблюдалась преобладающая опалесценция взвешенных частиц. Степень расщепления белка свидетельствует о средней степени гидролиза казеина в контрольной серии и экспериментальной серии 1. Показатели общего и аминного азотов, полипептидов в контрольной и экспериментальных сериях соответствуют требованиям ГОСТ 29311-1992 [2]. Анализ полученных физико-химических показателей качества экспериментальных серий ПГК (таблица 1) позволяет сделать вывод, что гидролиз казеина с помощью ферментного препарата – панкреатина позволяет получить ПГК, соответствующий требованиям ГОСТ 29311-1992 [2].

Полученные данные свидетельствуют о том, что ПГК, полученный с применением в качестве ферментного препарата панкреатина, показал

сопоставимый результат в сравнении с традиционным способом производства. Изученные нами физико-химические показатели качества экспериментальной серии ПГК с применением, в качестве ферментного препарата, панкреатина соответствуют требованиям ГОСТ 29311-1992. Преимущество применения панкреатина, в сравнении с поджелудочной железой КРС, заключается в его стандартности, экономичном способе производства ПГК за счет сокращения подготовительных этапов и простоты хранения препарата.

Список источников

1. Белякова Н.И., Ливанова Л.Ф., Громова О.В., Дуракова О.С., Клокова О.Д., Холматов К.И., Антонычева М.В., Девдариани З.Л., Волох О.А. Использование питательной среды на основе сухого гидролизата казеина в производстве холерной бивалентной химической вакцины. Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 4. С. 26-30.
2. ГОСТ 29311-1992 «Гидролизаты панкреатические для бактериальных питательных сред. Общие технические условия. Введ.1993-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1992. 12 с.
3. Еремин С.А., Алешина Ю.А, Комиссаров А.В., Громова О.В., Васин Ю.Г., Никифоров А.К., Ливанова Л.Ф., Волох О.А., Лобовикова О.А., Бронникова В.С. Методы и технологии культивирования холерного вибриона. Проблемы особо опасных инфекций, 2013. №4. С. 95-101.
4. Жога Л.К., Плеханова Н.Г., Прохватилова Е.В., Агеева Н.П., Сенина Т.В., Дандина О.В. Приготовление и применение питательной среды на основе панкреатического и солянокислотного гидролизатов казеина для поверхностного культивирования возбудителей САПА и мелиоидоза (АГК агар на основе гидролизатов казеина) (Методические рекомендации). В сборнике: Методические документы и отчеты по санитарно-эпидемиологической охране территории Российской Федерации. Реферативный сборник. Саратов, 2017. С. 31.
5. Костроминов А.В., Абзаева Н.В., Гостищева С.Е., Иванова Г.Ф., Фисун А.А., Иванова М.А., Катунина Л.С., Курилова А.А. Аprobация жидкой питательной среды на основе панкреатического гидролизата казеина для глубинного культивирования вакцины чумной живой. Проблемы особо опасных инфекций на Северном Кавказе. Материалы региональной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию со дня основания ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора. Ставрополь, 2022. С. 205-206.
6. МУК 4.2.2316-08 «Методы контроля бактериологических питательных сред». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 67 с.
7. Пат. № 2253673С2 Российская Федерация, МПК С12N 1/20, А23J 3/04, С12R 1/01. Способ получения панкреатического белкового гидролизата и питательная среда для культивирования бифидобактерий с его использованием / Р.Х. Тимербаева, Т.А. Баталова; Государственное

унитарное предприятие "Иммунопрепарат". –№ [2002132307/13](#); заявл. 2002.12.02; опубл. 2005.06.10

8. Семенова Е.С., Симоненко Е.С., Симоненко С.В., Зорин С.Н., Петров Н.А., Мазо В.К. Исследование процесса гидролиза белков молока с использованием ферментных препаратов отечественного производства Пищевые системы, 2023. № 2. С. 224-232.

9. Соколов Д.В., Болхонов Б.А., Жамсаранова С.Д., Лебедева С.Н., Баженова Б.А. Ферментативный гидролиз соевого белка. Техника и технология пищевых производств, 2023. №1. С.86-94.

10. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты. Москва, 2000. 84 с.

© Честнова Ю.В., Холматов К.И., Вахрушина Н.И., Бенцлер В.А., Чалбушев М.М., Астафьева С.В., 2025

Нут как перспективный биотехнологический компонент для разработки функциональных продуктов питания: влияние на здоровье и инновационные методы обработки

Валерия Владиславовна Чумакова, Елена Николаевна Молчанова
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)
г. Москва

Аннотация: В статье исследуется потенциал нута как функционального ингредиента, способного улучшить здоровье населения. Анализируется его биохимический состав (белки, пищевые волокна, витамины, минералы) и физиологические свойства: гипохолестеринемическое, антидиабетическое и антиоксидантное действие. Рассмотрены методы нейтрализации антипитательных факторов, включая термическую обработку. Особое внимание уделено технологиям переработки нута: производству хлебобулочных изделий из нутовой муки и разработке продуктов типа фалафеля с использованием щадящих методов жарки. Изучено влияние параметров обработки на качество готовой продукции. Нут подтвердил свою перспективность для создания функциональных продуктов, способствующих профилактике заболеваний. Отмечена необходимость дальнейших исследований для оптимизации технологий и повышения потребительских качеств продуктов на его основе.

Ключевые слова: нут, функциональные продукты, биотехнологии, пищевые волокна, антиоксиданты, жарка на воздухе, здоровое питание

Chickpea as a Promising Biotechnological Component for Developing Functional Food Products: Health Benefits and Innovative Processing Methods

Valeria V. Chumakova, Elena N. Molchanova
Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow

Abstract: The article explores the potential of chickpeas as a functional ingredient capable of improving public health. It analyzes their biochemical composition (proteins, dietary fiber, vitamins, minerals) and physiological properties: hypocholesterolemic, antidiabetic, and antioxidant effects. Methods for neutralizing antinutritional factors, including heat treatment, are examined. Special attention is paid to chickpea processing technologies: the production of bakery products from chickpea flour and the development of falafel-like products using gentle frying methods. The influence of processing parameters on the quality of finished products is studied. Chickpeas have demonstrated promise for creating functional products that contribute to disease prevention. The need for further research to optimize technologies and enhance the consumer qualities of chickpea-based products is emphasized.

Keywords: chickpea, functional foods, biotechnology, dietary fiber, antioxidants, air frying, healthy nutrition

1 Питание, как фактор здоровой нации

Трансформация демографической картины в нашей стране в последние годы свидетельствует о положительных сдвигах: с 2005 по 2013 год возросла средняя продолжительность жизни, повысился уровень рождаемости, а также увеличилось количество детей младше 10 лет. Эти изменения стали следствием эффективной политики, проводимой Правительством РФ.

Учитывая данные тенденции, важно корректировать систему питания россиян, поскольку у каждой возрастной категории есть свои метаболические особенности и потребности в основных питательных веществах. Рацион должен разрабатываться индивидуально для разных групп населения, принимая во внимание их физиологические характеристики.

Согласно «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.» расширение ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий ориентировано на создание сбалансированного питания по ключевым нутриентам. [26] Это включает разработку функциональных, лечебно-профилактических, специализированных и обогащенных продуктов, способствующих улучшению здоровья. Такие изделия оказывают нормализующее воздействие на организм благодаря использованию нетрадиционных видов сырья или обладают профилактическим эффектом, что помогает снизить риск развития неинфекционных заболеваний.

В качестве сырья при производстве функциональных продуктов питания принято использовать богатое тем или иным элементом сырья, например, при необходимости повысить содержание витамина А – можно использовать морковь, а витамина С – шиповник или черную смородину. Одним из продуктов, который отличается функциональными свойствами является нут, который принадлежит к бобовым культурам.

2 Химический состав и физиологические свойства бобовых культур

Бобовые культуры составляют отдельную группу растительных продуктов, которые возделывают люди. В ассортимент бобовых растений входят: горох, фасоль, бобы, соя, чечевица, нут и многие другие. Из бобовых культур, культивируемых в последние годы в Северо-Кавказском регионе и Поволжье, особенно выделяется высокобелковая культура – нут [19].

Содержание белка в зернах бобовых колеблется от 17 % до 40 %, в отличие от 7–13 %, которые содержатся в злаках. Глобулин и альбумин являются преобладающими белками в нуте, на их долю приходится 42,2 % и 39,8 % общего белка соответственно. По аминокислотному профилю нут схож с белком говядины, что в перспективе может помочь в устранении дефицита белка в рационе людей. Уровень содержания белка в нуте во многом определяется способностью сорта адаптироваться к условиям выращивания. Высокобелковые экземпляры можно обнаружить среди сортов разных сроков созревания, однако,

по мнению ряда исследователей, наибольшее количество таких форм сосредоточено среди 216 средне- и позднеспелых сортов [19].

Бобовые культуры играют центральную роль в пищеварительной системе, как источник растительных белков (20–25 %) и благодаря их различным благотворным воздействиям на здоровье [2]. Помимо содержания белка бобовые культуры являются отличным источником таких питательных веществ, как углеводы (2–3,5 %), пищевые волокна (5,9–13,5 %), минеральные соединения (2,7–3,6 %) и витамины группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин, пиридоксин) [48]. Содержание минеральных веществ в пище (как макро-, так и микроэлементов) небольшое, но их биологическая активность в организме весьма высока [29]. Они выполняют множество функций для поддержания здоровья, участвуя в обмене веществ всех тканей человеческого организма. Не мало важное значение имеют для костной ткани особенно, такие как кальций и фосфор, доказано, что употребление продуктов питания богатых этими микронутриентами помогает после переломов для сращивания кости, а также, например, в после реабилитационный период после остеосинтеза нижних конечностей [25].

Не смотря на преимущества химического состава нута, низкая питательная ценность белков бобовых представляет собой одну из самых больших проблем. Некоторые исследования сообщают о низкой питательной ценности бобовых, причем перевариваемость белка оказывает значительное влияние на отрицательные результаты из-за его химической структуры. Также влияние оказывают антипитательные факторы, такие как ингибиторы протеаз, лектины, фитаты, дубильные вещества и пищевые волокна, включая резистентный крахмал [16].

Современные медицинские исследования подтверждают наличие выраженных функционально-терапевтических характеристик у представителей семейства бобовых. Установлено, что чечевица и горох обладают доказанной эффективностью в диетотерапии кардиоваскулярных патологий, гепаторенальных нарушений и остеопенических состояний. Нут проявляет выраженный гастротропный эффект, улучшая моторно-эвакуаторную функцию ЖКТ. Горох, благодаря высокому содержанию биологически активных компонентов, демонстрирует иммуностимулирующие свойства и показан при синдроме хронической усталости и функциональных кардиальных расстройствах [18].

Биодоступность белка нута в организме человека выше по сравнению с другими бобовыми. Гидролизаты белка нута обладают антиоксидантными и ингибирующими свойствами ангиотензинпревращающего фермента I (АПФ). α -галактоолигосахариды, присутствующие в нуте, действуют как пребиотики, поскольку они неперевариваются и ферментируются бактериями толстой кишки, что приводит к образованию короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), которые, как сообщается, имеют потенциальную пользу для здоровья. Изоляты нутового белка могут эффективно использоваться для инкапсуляции льняного масла и фолата [11].

Белок нута является потенциальным источником поглощения глюкозы скелетными мышцами. Идентифицирован один из биоактивных пептидов с аминокислотной последовательностью REGDIIAVPTGVVF (CPP737), полученный из легумин А-подобного белка. Обнаружено, что CPP737 индуцирует поглощение глюкозы посредством активации АМРК и мембранной транслокации GLUT4 в мышечных трубках C2C12. Эти результаты позволяют предположить, что исследование новых биоактивных пептидов приведет к разработке многообещающей стратегии профилактики диабета. Более того, пептидный анализ других бобовых может помочь выявить более мощные биоактивные пептиды [3].

Семена нута содержат биоактивные пептиды, проявляющие комплекс фармакологических эффектов: нейтрализацию свободных радикалов, снижение уровня холестерина, регуляцию артериального давления, подавление патогенной микрофлоры, предотвращение тромбообразования, модуляцию иммунного ответа, анальгезирующее действие и хелатирующие свойства в отношении минеральных веществ. Однако следует отметить, что наряду с высокой пищевой ценностью, семена нута содержат антинутриенты, которые ингибируют процессы пищеварения и снижают биодоступность ряда нутриентов [17].

Нут в основном содержит водорастворимые витамины (например, фолиевую кислоту (В₉), рибофлавин (В₂), пантотеновую кислоту (В₅), пиридоксин (В₆) и витамин С). Кроме того, в нуте присутствуют γ -токоферол и α -токоферол (витамин Е), витамин А и витамин К [5].

Несмотря на то, что нут содержит небольшое количество жира от 2,7 до 6,5 %, он является важным источником ненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой и олеиновой. Изофлавоны и каротиноиды являются основными биоактивными соединениями, присутствующими в нуте. Нут обладает потенциальной пользой для здоровья, такой как профилактика сердечно-сосудистых заболеваний, гипохолестеринемическая, антидиабетическая, противораковая активность [6].

Масло семян нута содержит различные стерины, токоферолы и токотриенолы. Сообщается, что данные фитостеролы проявляют противоязвенные, антибактериальные, противогрибковые, противоопухолевые и противовоспалительные свойства. Стоит отметить, что бобовые не содержат в своем составе холестерина. Согласно исследованию, опубликованному в 2007 году в *Journal of the American College of Nutrition*, регулярное потребление продуктов на основе нута и нутовой муки приводит к достоверному снижению показателей общего холестерина в сыворотке крови. Эти клинически подтвержденные данные послужили основанием для включения нута в диетические рекомендации кардиологов как компонента гиполипидемической диетотерапии [12].

Научно подтверждена особая ценность бобовых культур в рационе диабетиков. В 2004 году австралийскими исследователями был зафиксирован выраженный гипогликемический эффект при употреблении нута: у испытуемых среднего возраста наблюдалось статистически значимое снижение как уровня

глюкозы, так и концентрации инсулина в крови по сравнению с контрольной группой, потреблявшей изделия из пшеничной муки. Эти результаты позволяют рассматривать нут в качестве важного компонента профилактического питания, снижающего вероятность развития сахарного диабета [27].

Отдельное внимание привлекла антиоксидантная способность нута. Окислительный стресс возникает и наносит ущерб биологическим системам, когда антиоксидантная защита недостаточна для противодействия выработке активных форм кислорода (АФК). По этой причине исследования нута были сосредоточены на профилактике заболеваний, связанных с окислительным стрессом, включая ожирение, диабет, воспаления желудочно-кишечного тракта, рак и т. д. Антиоксидантное действие нута обеспечивается как биоактивными пептидами, образующимися в результате ферментативного гидролиза, так и фенольными соединениями. Пептиды нута (с высоким содержанием Arg, Phe, Lys, Leu, Ala и Asp) могут предотвращать окисление линолевой кислоты и подавлять вредные радикалы, включая гидроксил (OH[•]), супероксид (O₂^{•-}), 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиозолин-6-сульфоукислоты) диаммониевая соль (ABTS) и 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH). Фенольные соединения обладают значительной антиоксидантной активностью; однако до 50 % из них теряется во время замачивания и кулинарной обработки [10].

Международное агентство по исследованию рака оценило глобальное бремя рака с помощью «модели GLOBOCAN», сосредоточив внимание на региональном разнообразии в 20 географических регионах, которые показали, что частота новых случаев, исключая рак кожи, составляет 18,1 млн. чел., а также 9,6 млн. случаев смерти, связанных с раком. Ожидается, что из-за демографических изменений, увеличения факторов риска и глобализации глобальное бремя рака увеличится на 47 % к 2040 г. [1]. Эти статистические данные подчеркивают острую необходимость в эффективных стратегиях профилактики и лечения рака. Метаболический синдром, представляющий собой комбинацию факторов риска, которые могут увеличить вероятность развития рака и других проблем со здоровьем, является важной целью этого плана. В настоящее время исследователи изучают пищевые соединения, которые могут помочь предотвратить хронические заболевания, и люди все чаще переходят на подходы к здоровому питанию вместо того, чтобы полагаться на пищевые добавки. Неясно, является ли геномная нестабильность или плохой энергетический обмен фундаментальной причиной рака, или на это влияют другие факторы. Большинство данных свидетельствуют о том, что снижение уровней НАД⁺ и АТФ является значимым фактором развития рака (Alwazzan et al., 2019), поэтому восстановление окислительно-восстановительного равновесия и реактивация митохондриального окислительного метаболизма являются критическими факторами в предотвращении рака. Большинство организаций здравоохранения поощряют включение бобовых овощей в повседневный рацион питания человека [3].

Термическая обработка бобовых в виде варки делает возможным употребление этих продуктов. Этот процесс значительно снижает естественные антипитательные факторы, увеличивая доступность других питательных веществ, таких как белок и крахмал. Сублимационная сушка, основанная на обезвоживании путем сублимации замороженного продукта, сохраняет продукты питания в течение более длительного периода времени по сравнению с другими процессами консервации, а также обеспечивает меньшие потери питательных веществ. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о разнообразии химических компонентов бобовых культур. Сырая форма использовалась для сравнения, но приготовленная форма при проглатывании имеет гораздо большее значение [9].

Ежедневное употребление приготовленного нута приводит к снижению окисления липидов, белков и ДНК, а также к снижению выработки воспалительных ферментов. В обзоре объяснены наиболее важные элементы, такие как изофлавоны, белки, пептиды и лектины, которые оказывают такое противораковое воздействие благодаря своим антиоксидантным и антипролиферативным свойствам. Кроме того, ростки нута содержат высокий уровень селена, что делает их химиопрофилактикой колоректального рака. Таким образом, ежедневное употребление приготовленного нута может защитить от канцерогенеза за счет снижения окисления липидов, белков и ДНК, тем самым способствуя предотвращению НИЗ. До сих пор очень мало научной литературы о нуте, особенно в связи с его противораковой ролью при многих других типах рака. Таким образом, рекомендуется проводить больше клинических исследований *in vitro* или *in vivo* для выявления противоракового потенциала каждого отдельного биоактивного ингредиента нута. подходит для онкологических больных [1].

Лучшее понимание того, как различные соединения в бобовых способствуют постпрандиальной гормональной реакции и насыщению, а также совершенствование методов обработки пищевых продуктов для модуляции физических и химических свойств бобовых, позволит более тщательно разрабатывать пищевые продукты. Это может привести к разработке продуктов питания с более целенаправленным действием (например, стимулирующим инсулинемический ответ без соответствующего гликемического ответа у пациентов с диабетом 2 типа). Учитывая благоприятные краткосрочные реакции на потребление пищевых продуктов, обогащенных бобовыми, будущие исследования должны также изучить среднесрочные и долгосрочные реакции на такие продукты, чтобы подтвердить, что предполагаемые метаболические преимущества сохраняются при повторном потреблении. На долгосрочные преимущества также весьма вероятно будет влиять присутствие (или отсутствие) других биологически активных компонентов, что еще раз подчеркивает важность тщательно продуманных рецептов пищевых продуктов [5].

Таким образом нут является современным способом решения ряда проблем, связанных с отсутствием сбалансированного питания у населения страны. Употребление небольшого количества нута в пищу позволяет получать

значительное количество белков, углеводов, витаминов и минеральных соединений. Физиологическое значение нута недопустимо недооценивать, т.к. он препятствует развитию серьезных неинфекционных заболеваний. Конечно, нут остаётся специфическим продуктом в плане органолептических показателей качества, за что люди могут исключать его из своего рациона. Производство функциональных продуктов и соответствующие исследования могут помочь в разработке продукции с высокими показателями качества, но при этом не делающей вкусовой и ароматический акцент на нуте.

3 Промышленное применение нута и продуктов из него в производстве функциональных продуктов питания

Пищевая промышленность является одним из важнейших производств агропромышленного комплекса страны, в том числе и продовольственного. В состав пищевой промышленности входит свыше двух десятков отраслей. При таком многообразии объединяющими признаками являются: сельскохозяйственное сырьё, технологические процессы переработки, оборудование для приготовления пищи и назначение продукции. Соответственно пищевая промышленность тесно связана с сельским хозяйством, химической промышленностью, а также машиностроением [15]. Однако именно эта отрасль отвечает за обеспечение населения страны продуктами питания. В структуре пищевой промышленности несколько крупных отраслей, таких как мясная, молочная, рыбная, мукомольная, хлебобулочная, макаронная и кондитерская [28].

На данный момент особой популярностью пользуется нутовая мука, которая недооценена российским потребителем. Помимо качественного химического состава, нутовая мука обладает свойствами, которые активно применяют при производстве продуктов питания. Несколько исследований показали, что суспендированная мука из нута, дези и кабули обладает потенциалом загустения при нагревании [27]. Сообщалось, что сорт, термические условия, целостность клеток и состояние крахмала существенно влияли на реологические свойства нутовой муки в водных системах при использовании как горячей, так и холодной обработки набухания, однако, данные исследования проводились с использованием простых водно-мучных суспензий [4]. При использовании нутовой муки в более сложных смесях, где содержатся прочие компоненты пищи, ее свойства могут изменяться. Липиды, например, могут покрывать гранулы крахмала и, следовательно, снижать его загущающие свойства из-за ограничения поглощения воды [23].

Полезные свойства нутовой муки обусловлены большим количеством минералов, витаминов и других веществ. Витамины играют одну из главных ролей в рациональном питании человека, употребление продуктов питания с их высоким содержанием положительно отражается на здоровье [14]. Нутовая мука богата незаменимыми аминокислотами лейцином, лизином и фенилаланином, а также заменимыми аминокислотами глутаминовой кислотой, аспарагиновой кислотой и аргинином, но лишена большого количества серосодержащих аминокислот метионина и цистеина. Следовательно, они могут быть отличным

дополнением к диете на основе зерна, в которой больше серосодержащих аминокислот, но мало лизина, для удовлетворения ежедневных потребностей в аминокислотах. Обычно они содержат кальций, магний, железо и цинк. Однако до сих пор исследований поведения нутовой муки в качестве загустителя в (полу)жидких пищевых продуктах мало [21].

В ходе исследований западных ученых был сделан вывод, что, когда нутовую муку добавляли в супы быстрого приготовления, она взаимодействовала с летучими соединениями, такими как терпеноиды, потенциально создавая менее травяной аромат. Супы, содержащие нутовую муку, в зависимости от типа муки, содержали более высокие концентрации некоторых соединений, таких как кетоны, альдегиды, спирты и соединения серы, которые, возможно, могли повлиять на аромат и вкус супов. Нутовая мука продемонстрировала отличный потенциал в качестве альтернативного загустителя в супах быстрого приготовления, улучшая свойства сыпучести порошка и повышая пищевую ценность супа [8].

Использование нутовой муки в производстве продуктов питания – это не единственный случай применения муки из бобовых культур. Рисовая мука с большим содержанием белка может использоваться для приготовления безглютеновых кексов, которые привлекательны для потребителей. Анализ и применение рисовой муки с большим содержанием белка может способствовать широкому использованию в безглютеновой выпечке, которая может быть направлена на естественное увеличение пищевой ценности. Исследования показывают, что желание покупки увеличивается, когда указано большее содержание белка и отсутствие глютена [14].

К сожалению, доля бобовых, используемых в пищевых рецептурах, может повлиять на общую сенсорную привлекательность, особенно на вкус и ощущение во рту. Недавние исследования показали, что сочетание методов обработки пищевых продуктов можно использовать для уменьшения негативных сенсорных свойств, связанных с бобовыми. Более того, полезные метаболические эффекты обогащения бобовыми все еще можно наблюдать при низких уровнях замещения (например, 10 %). Поэтому будущие исследования должны быть направлены на дальнейшее выяснение того, как можно оптимизировать вкусовые качества пищевых продуктов, обогащенных бобовыми, в частности, за счет использования преимуществ проращивания и ферментации, а также изучения потенциальной полезности новых методов обработки. Это, сохраняя при этом соответствующие питательные преимущества, было бы полезной стратегией, стимулирующей большее потребление бобовых, что в конечном итоге поможет улучшить показатели здоровья [9].

Достаточность сырьевой базы является дополнительным положительным фактором в выборе бобовых культур при разработке изделий функционального назначения. В связи с наличием в семенах бобовых антипитательных веществ необходима тепловая обработка перед их применением [13].

Проведены исследования по применению муки из зерна нута в технологии мучных кондитерских изделий. Авторами установлена зависимость процесса пенообразования от концентрации яблочного сока в рецептуре (5 %), дана рекомендация по оптимальному показателю рН полуфабриката (5,5). Полученные изделия характеризуются хорошими органолептическими показателями. Готовые изделия удовлетворяют суточную потребность человека в белке на 17 % (на 100 г изделия), в пищевых волокнах – 39 %, железе – 30 %, что позволило рекомендовать их для массового питания [18].

Внесение растительной добавки на основе нута оказало влияние на органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства бисквитного теста и готовых изделий, которые исследовали в УрГЭУ. Оптимальным количеством вносимой добавки в ходе дегустационного анализа в результате проведенных исследований уставлено 10 % от общей массы муки пшеничной высшего сорта. Опытные образцы обладали правильной формой, однородно распределенной пористостью, мягкой и нежной консистенцией, приятным ореховым привкусом, в меру выраженным запахом и светло-коричневым цветом мякиша. Таким образом, внесение в рецептурные составы обозначенной дозировки муки из нута позволило расширить вкусоароматический профиль и увеличить содержание основных пищевых веществ в готовых изделиях. Проведенные исследования имеют важное теоретическое и практическое значение в вопросах корректировки рациона питания, разработки и внедрения специализированных продуктов питания. Использование разработанных рецептов бисквитного полуфабриката позволит оптимизировать ассортимент мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности [21].

В МГУТУ им. К. Г. Разумовского установили, что замена пшеничной муки мукой нута позволяет получить изделие, которое имеет высокие органолептические и физико-химические показатели, обеспечивает увеличение белка в готовом изделии на 40 %, пищевых волокон – в 1,5–2 раза. С помощью мускатного ореха получают массу для производства кондитерских изделий, а его использование позволяет повысить биологическую ценность готового продукта, а также увеличить срок годности. Использование нута при производстве вафельных листов, которые готовятся из муки из нута или смеси муки из нута и пшеничной муки. В результате получаемые продукты приобретают оригинальные органолептические свойства, повышенную пищевую и биологическую ценность [23].

В 2021 г. рынок снеков уменьшился на 3,6 % впервые с 2015 г. Снижение произошло полностью за счет чипсов. В 2022 г. наблюдался небольшой рост продаж снековой продукции, но происходит он в сегменте орехов, продажи чипсов не растут. При этом все чаще чипсы приобретают «полезные» характеристики – в продаже появились печеные чипсы, с пониженным содержанием жира, для вегетарианцев, «органически безопасные» и т.п. Большая популярность снеков до пандемии объяснялась высоким темпом жизни – россияне часто вместо обеда перехватывали на ходу. Но на удаленке

потребители оказались не готовы отказаться от вкусного. А поскольку снеки порционно упакованы, в пандемию это добавило им преимуществ. Производители априори бесполезной продукции стараются использовать тренд на ЗОЖ для продвижения своей продукции [22].

Использование растительных сырьевых источников, в частности бобовых, может решить проблему обеспечения населения ценным, высококачественным белком.

4 Аспекты обоснования разработки кулинарного изделия из нута

Возможности использования нута при производстве функциональных продуктов питания не ограничиваются лишь кондитерской отраслью в индустрии. Нут изначально использовали для приготовления различные холодных и основных блюд. Особенно распространена практика употребления нута на постоянной основе в странах Ближнего Востока, где из него производят различные блюда. Не менее популярным в контексте приготовления блюд из нута является использование большого количества специй, а один из приоритетных способов обработки – жарка.

Фалафель – один из ключевых жареных овощей на Ближнем Востоке, особенно в Египте. Фалафель – традиционное египетское блюдо, состоящее из нута, воды, лука, чеснока, специй, петрушки, паприки и семян кунжута. Фалафель считается высокопитательным блюдом, главным образом благодаря его растительному составу. В химическом составе фалафеля содержатся различные витамины, пищевые волокна и биологически активные компоненты. Традиционно жареный фалафель производится с использованием процесса жарки во фритюре, который не является предпочтительным для людей, заботящихся о своем здоровье, из-за высокого содержания жира, вызванного погружением в масло [7].

Новые исследования показывают, что нут и хумус могут играть полезную роль в контроле веса и регуляции уровня глюкозы и инсулина, а также оказывать положительное влияние на некоторые маркеры сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Сырой или приготовленный нут и хумус также содержат диетические биоактивные вещества, такие как фитиновая кислота, стерины, танины, каротиноиды и другие полифенолы, такие как изофлавоны, преимущества которых могут выходить за рамки основных потребностей в питании человека [11].

В промышленных масштабах жареные блюда производят с использованием различных методов жарки, например, во фритюре, в вакууме, горячим воздухом и стир-фрай, поскольку процесс жарки является обязательной единичной операцией, которая широко применяется не только на пищевых предприятиях, но и на предприятиях общественного питания. Чаще всего блюда вырабатывают при помощи погружения продукта в разогретый жир, количество которого составляет 5–10 % от массы сырья, но не редко прибегают и к использованию жарки во фритюре [24]. Жарка во фритюре – один из старейших способов приготовления пищи, который высоко ценится современными потребителями за счет высоких органолептических показателей качества готового блюда. При

жарке во фритюре сырье полностью погружают в разогретый до 200-260 °С жир, за счет чего на его поверхности образуется хрустящая, золотистая корочка. На практике сообщалось, что жарка во фритюре имеет некоторые эксплуатационные недостатки, в т.ч. неподходящую продолжительность жарки, температуру, давление и т.д., которые приводят к таким дефектам готового блюда, как: преждевременное вспенивание, копчение, потемнение, образование неприятных привкусов и ароматов. В связи с этим научное сообщество все еще ищет новую технологию сохранения качественных показателей пищевых продуктов в процессе жарки, технически и экономически подходящую для пищевой промышленности [28].

В настоящее время люди интересуются продуктами с низким содержанием жира, которые можно приготовить с использованием альтернативных методов жарки, таких как технология жарки на воздухе, чтобы преодолеть недостатки жарки во фритюре. Метод жарки на воздухе заключается в постоянной циркуляции горячего воздуха со всех сторон продукта, а не погружении его в нагретый жир. Примечательно, что устройство для осуществления жарки на воздухе – аэрофритюрница, состоит из камеры для приготовления пищи, которая может нагреваться с помощью нагревателя, и вытяжного вентилятора, который помогает обеспечить необходимый поток воздуха во фритюрнице. При таком способе происходит постепенное обезвоживание продукта до тех пор, пока обжаренные изделия не станут хрустящими. В существующей литературе указывают, что жарка на воздухе значительно снижает содержание жира в конечном продукте на 80 % по сравнению с обычной жаркой или жаркой во фритюре [24]. Однако на многие органолептические свойства продукта, такие как образование корки, вкус, цвет, яркость и т.д., может влиять более низкое содержание масла.

Более подробно влияние параметров жарки на кулинарные изделия из нута исследовал Dr. Mohammad Fikry [7]. В процессе исследования оценивались органолептические свойства жареного фалафеля при различных температурах и времени жарки, такие как внешний вид, аромат, консистенция, вкус и общие впечатления. Оценка, равная 6,0 по девятибалльной гедонической шкале, может быть приемлемым пределом. В процессе жарки внешний вид считается ключевым параметром контроля качества. Таким образом, жарка при температуре 200 °С и продолжительности 10 мин показала наивысшую оценку внешнего вида жареного фалафеля. В процессе исследования было обнаружено, что самые высокие показатели аромата, вкуса, консистенции и общего впечатления жареного фалафеля были приняты при условиях жарки 170 °С и 15 мин [7].

Подходящие оптимальные условия процесса жарки пищевых продуктов играют решающую роль в предотвращении переваривания, которое может соответственно повлиять на качество готовой продукции. Следовательно, наложение контурных графиков ответов использовалось для определения оптимальных условий жарки (рисунок 1).

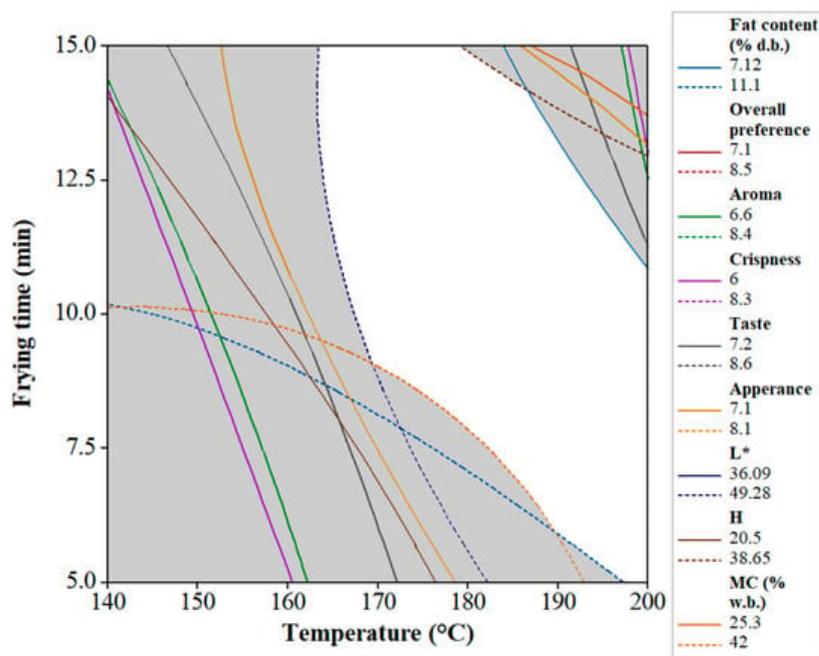


Рисунок 1. Наложенные контурные графики МС (в %), твердости (N), FC (дБ %), значения L*, внешнего вида, хрусткости, вкуса, аромата и общего предпочтения жареного фалафеля в зависимости от температуры жарки и время

Чемберс и Вольф сообщили, что на решение потребителя влияют общие предпочтения продуктов. Таким образом, главным образом, общие оценки предпочтений могут использоваться для определения оптимальной области. В данном случае в качестве минимального значения удовлетворенности потребителя была выбрана общая оценка предпочтений не менее 6 (нравится). Для достижения оптимальной области жарки были приняты такие ограничения, как общий балл впечатления ≥ 6 , $36,1 \leq L^* \leq 49,2$, $25,3\% \leq$ содержание влаги $\leq 42\%$, $20,5 \leq$ твердость $\leq 38,6$ Н, $7,2\% \leq$ содержание жира $\leq 11,1$. во внимание. Оптимальная область (заштрихованная белым цветом область), полученная в результате наложения, и контурные графики вышеуказанных ограничений можно наблюдать на рисунке. Следовательно, предсказанные оптимальные условия $T = 178,8$ °C и $t = 11,1$ мин будут использоваться при приготовлении оптимального жареного фалафеля, соответствующего вышеуказанным границам [7].

Твердость пищевых продуктов отрицательно связана с их влажностью, при этом твердость продукта увеличивается по мере уменьшения содержания влаги. Результаты исследования Dr. Mohammad Fikry показали, что температура и время жарки существенно влияют на содержание влаги, твердость, содержание жира, значение L*, сенсорный внешний вид, аромат, вкус, хрустящую корочку жареного фалафеля. Кроме того, были установлены полиномиальные уравнения второго порядка для прогнозирования свойств жареного фалафеля в зависимости от температуры и времени жарки. Оптимальная температура и время жарки были представлены с помощью контурных графиков для получения жареного фалафеля с хорошими органолептическими характеристиками. Соответственно,

предпочтительные свойства жареного фалафеля могут быть достигнуты при использовании оптимальных условий жарки (178,8 °С и 11 мин) [7].

Применение более щадящего метода жарки позволит разработать блюдо не только с высокими органолептическими показателями качества, но и более качественной пищевой ценностью. Щадящий режим жарки позволит повысить сохранность пищевых веществ в блюде, но при этом обеспечит образование важных для потребителя показателей качества.

Кроме того, необходимо учитывать, что нут является недорогим продуктом, поэтому его использование в производстве функционального продукта не нанесет ущерба по экономическому положению населения.

В результате литературного обзора была установлена необходимость повышения качества питания населения за счет внедрения в их рацион функциональных продуктов питания. Весомой проблемой питания в РФ является недостаток белка в пище, поэтому в качестве его источника был выбран нут – бобовая культура. Помимо белков нут содержит большое количество углеводов, пищевых волокон, витамин и минеральных соединений. Нут оказывает положительное воздействие на защиту организма и препятствует развитию ряда инфекционных заболеваний. Не менее положительным качеством нута является низкий гликемический индекс, что делает проектируемое блюдо более гибким для употребления разными группами населения.

Приоритетным способом тепловой обработки для будущего функционального продукта питания выбрана жарка, но с применением современных технологий, чтобы снизить содержание жира в готовой продукции.

Заключение

На основании проведенного исследования можно констатировать, что нут (*Cicer arietinum* L.) представляет собой перспективный биотехнологический компонент для разработки функциональных пищевых продуктов. Биохимический анализ показал, что белковый состав нута характеризуется высокой биологической ценностью, приближающейся к эталонному животному белку, за счет оптимального соотношения незаменимых аминокислот, включая лизин, лейцин и аргинин. Примечательно, что пептидные фракции нута проявляют выраженную биологическую активность, демонстрируя гипогликемические свойства через активацию АМР-зависимой протеинкиназы и ингибирование ангиотензинпревращающего фермента.

Фитохимические исследования выявили значительное содержание биоактивных соединений в нуте, включая полифенолы, фитостеролы и токоферолы, которые обладают доказанной антиоксидантной и противовоспалительной активностью. Особый интерес представляют α -галактоолигосахариды, выполняющие пребиотическую функцию за счет селективной стимуляции роста бифидобактерий в толстом кишечнике. Клинические исследования подтверждают, что регулярное потребление нута

ассоциировано со снижением маркеров окислительного стресса и улучшением липидного профиля крови.

С технологической точки зрения, нутовая мука демонстрирует выраженные функционально-технологические свойства, включая водопоглощающую способность и пенообразующую активность, что позволяет использовать ее в рецептурах хлебобулочных изделий. Экспериментально установлено, что частичная замена пшеничной муки нутовой (10-15%) повышает пищевую ценность продукции без ухудшения органолептических показателей. Применение инновационных методов термической обработки, в частности воздушной жарки при 178,8°C в течение 11 минут, позволяет минимизировать потери термолабильных нутриентов и снизить содержание конечных продуктов гликирования.

Перспективным направлением представляется разработка специализированных пищевых продуктов на основе нута для различных групп населения, включая лиц с метаболическим синдромом, сахарным диабетом 2 типа и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации биотехнологических методов обработки сырья, углубленном изучении механизмов биологического действия биоактивных компонентов нута, а также разработке стандартизированных методов оценки качества нутосодержащей продукции. Полученные данные обосновывают целесообразность включения нута в стратегии профилактического питания и создания на его основе нового поколения функциональных пищевых продуктов.

Список источников

1. An insight into anticancer perspectives of chickpea bioactive compounds / Sabrina Sehar, Roshina Rabail, Seemal Munir, Khunsha Shakeel, Anees Ahmed Khalil, Tabussam Tufail, Muhammad Abid, Kinza Mukhtar, Brera Ghulam Nabi, Gulden Goksen, Rana Muhammad Aadil // *Food Chemistry Advances*. – 2023. – № 3 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23002745>. – Дата публикации: 15.12.2023.
2. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes / Giovana Ermetice de Almeida Costa, Keila da Silva Queiroz-Monici, Soely Maria Pissini Machado Reis, Admar Costa de Oliveira // *Food Chemistry*. – 2006. – № 94. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604008519>. – Дата публикации: 10.2021.
3. Chickpea proteins are potential sources of bioactive peptides that induce glucose uptake via AMP-activated protein kinase / Shiori Oishi, Yasukiyo Yoshioka, Hideo Dohra, Noriyuki Miyoshi // *Food Bioscience*. – 2023. – № 59 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429224004590>. – Дата публикации: 16.09.2022.
4. Development of oyster mushroom powder and its effects on physicochemical and rheological properties of bakery products / M. Majeed,

M. U. Khan, M. N. Owaid, M. R. Khan, M. A. Shariati, P. Igor, G. N. Ntsefong, // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2021. – Vol. 2021. – P. 1221–1227. – URL:

https://www.researchgate.net/publication/315757422_Development_of_oyster_mushroom_powder_and_its_effects_on_physicochemical_and_rheological_properties_of_Bakery_products. – Дата публикации: 04.2017.

5. Lachowicz, S. Biological activity, phytochemical parameters, and potential bioaccessibility of wheat bread enriched with powder and microcapsules made from Saskatoon berry / S. Lachowicz, M. Swieca, E. Pejcz // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 338. – P. 126–128. – URL:

https://www.researchgate.net/publication/344167028_Biological_activity_phytochemical_parameters_and_potential_bioaccessibility_of_wheat_bread_enriched_with_powder_and_microcapsules_made_from_Saskatoon_berry. – Дата публикации: 09.2020.

6. Modulation of gut microbiota by chickpea-derived proteins and peptides with antioxidant capabilities / Sini Kang, Yang Xu, Yunxin Zhang, Peihao Gao, Yexia Guan, Seockmo Ku, Jianhua Xu, Xiangwei Zhu, Hanluo Li // LWT. – 2023. – № 183 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823009209>. – Дата публикации: 15.09.2023.

7. Optimization of the Frying Temperature and Time for Preparation of Healthy Falafel Using Air Frying Technology / Mohammad Fikry, Ibrahim Khalifa, Rokkaya Sami, Ebtihal Khojah, Khadiga Ahmed Ismail, Mokhtar Dabbour // Foods 2021. № 10 (11). – URL:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34828848/>. – Дата публикации: 10.2021.

8. Potential of Chickpea Flours with Different Microstructures as Multifunctional Ingredient in an Instant Soup Application / Laura E. C. Noordraven, Hyun-Jung Kim, Hans Hoogland, Tara Grauwe, Ann M. Van Loey // Foods 2021. – № 10 (11). – URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/11/2622>. – Дата публикации: 10.2021.

9. Role of food processing and incorporating legumes in food products to increase protein intake and enhance satiety / Jessie King, Sze Ying Leong, Marbie Alpos, Courtney Johnson, Stephanie McLeod, Mei Peng, Kevin Sutton, Indrawati Oey // Trends in Food Science & Technology. – 2023. – № 147 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224424001420>. – Дата публикации: 09.2017.

10. Saharan Vatsalaand Jood Sudesh Vitamins, Minerals, Protein Digestibility and Antioxidant Activity of Bread Enriched with Spirulina platensis Powder // International Journal of Agriculture Sciences. – 2017. – Vol. 9. – P. 3917–3919.

11. Taylor, C. W. The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus / C. W. Taylor, Murray Robert, M. Z. Kathleen. // Nutrients. – 2016. – № 8 (12). – P. 766. – URL: https://www.researchgate.net/publication/311158412_The_Nutritional_Value_and_Health_Benefits_of_Chickpeas_and_Hummus. – Дата публикации: 11.2016.

12. The development of gluten-free sourdough bread technology with rowan powder / N. Dubrovskaya, O. Savkina, L. Kuznetsova, O. Parakhina // Agronomy Research. –

2018. – Vol. 16. – No 5. – URL: https://www.researchgate.net/publication/317745781_Development_of_gluten-free_bread_with_unconventional_raw_ingredients_of_high_nutritional_value_and_antimicrobial_activity. – Дата публикации: 01.2017.

13. Алексеевкова, Е. О хлебе / Е. Алексеевкова // Пищевая индустрия. – 2020. – № 1. – С. 34-35.

14. Анализ ассортимента безглютеновых мучных продуктов, реализуемых на потребительском рынке Тамбовской области /

А. Г. Нечепорук, И. К. Каранян, Е. Н. Третьякова, К. В. Брыксина // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания: сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 09 апреля 2021 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 275–278.

15. Ананских, А. А. Совершенствование маркетинговой деятельности сельскохозяйственного предприятия / А. А. Ананских,

П. А. Ананских // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – № 2.

16. Антиалиментарные вещества у бобовых культур / К. И. Пимонов, Н. В. Андрущук, В. В. Андрущук // Современные наукоемкие технологии-основа модернизации агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 232–235.

17. Ахангаран, М. Биоактивные пептиды и антипитательные вещества нута: характеристика и свойства (обзор) / М. Ахангаран,

Д. А. Афанасьев, И. М. Чернуха [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – № 183. – С. 214–223.

18. Бобовые культуры – перспективное сырье для пищевой промышленности / С. Д. Божко, Т. А. Ершов, А. Н. Чернышева,

А. М. Черногор // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 2.

– С. 59-64.

19. Зернобобовые культуры в западной Сибири (фасоль и бобы овощные, нут): биология, генетика, селекция, использование / Н. Г. Казыдуб, С. П. Кузьмина, М. А. Боровикова [и др.]. – 1-е изд. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. – 251 с. – ISBN 978-5-89764-879-5.

20. Зинкевич, А. А. Использование бобовых культур при приготовлении кондитерского изделия / А. А. Зинкевич // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 38. – С. 670–675.

21. Крохалев, В. А. Использование муки из нута в рецептурном составе бисквитного полуфабриката / В. А. Крохалев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2.

– С. 165-172.

22. Макаренко, А. О. Разработка рецептур закуски из нута с морепродуктами / А. О. Макаренко, Т. А. Сухова // Материалы пула научно-практических конференций. – 2024. – С. 146-148.

23.Маковецкая, Е. А. Потенциал бобовых культур в кондитерском производстве / Е. А. Маковецкая // Научный электронный журнал меридиан. – 2020. – № 5(39). – С. 294–296.

24.Орлова, А. И. Современные методы кулинарной обработки пищевых продуктов / А. И. Орлова //Аллея науки. – 2019. – Т. 3. – №. 1. – С. 840-843.

25.Основные принципы составления рациона питания после остеосинтеза бедра / А. Г. Нечепорук, О. Н. Ямщиков, Е. Н. Третьякова [и др.] // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – № 1.

26.Особенности развития рынка функциональных хлебобулочных изделий / Ю. И. Слепокурова, И. М. Жаркова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 1 (373). – С. 102–105.

27.Перспективы использования нутовой муки в пищевой промышленности / К. В. Абашкина, А. Г. Нечепорук, Е. Н. Третьякова,

А. Г. Кувшинова. // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях. – 2021. – № 9. – С. 10–14.

28.Третьякова, Е. Н. Инновационная технология производства продукта питания функциональной направленности / Е. Н. Третьякова,

А. Г. Нечепорук, Н. А. Грачева // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 18 декабря 2020 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2020. – С. 333–335.

29.Третьякова, Е. Н. Технология продуктов питания функционального назначения / Е. Н. Третьякова, Н. А. Грачева, А. Г. Нечепорук. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2019. – 87 с.

30.Царёва, Н. И. Перспективы использования зернобобовой культуры нут в производстве пищевых продуктов питания / Н. И. Царёва,

Н. В. Бондаренко // Естественные и гуманитарные науки в современном мире. – 2020. – С. 100–102.

© Чумакова В. В., Молчанова Е.Н 2025

Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения послеродового эндометрита у коров

Елена Александрована Чигвинцева

Башкирский государственный аграрный университет,
г. Уфа

Аннотация: В условиях интенсификации животноводства, характеризующейся увеличением поголовья и ограничением моциона, а также в связи с недостаточным учетом потребностей высокопродуктивных коров в сбалансированном кормлении и оптимальных условиях содержания, все чаще регистрируются послеродовые и хронические эндометриты. Исследования проводились на коровах в возрасте от 4 до 7 лет, с живой массой от 330 до 390 кг и не менее двух отелов в анамнезе. Для лечения коров первой группы применяли Виапен в комплексе с Утеротон, Оксилатом, Амоксигардом и Нитамина. Коровам второй группы применяли Митрек, Амоксигард, Утеротон, Бутофан. Терапевтическая эффективность двух методов лечения послеродового эндометрита составила 100%. Высокой комплексной терапевтической эффективностью обладает лечение коров первой группы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, эндометрит коров, виапен, митрек, утеротон, оксилат, амоксигард, нитамин, бутофан

Therapeutic Efficiency of Complex Treatment Methods for Postpartum Endometritis in Cows

Elena A. Chigvintseva

Bashkir State Agrarian University, Ufa

Abstract: In the conditions of intensification of animal husbandry, characterized by an increase in the herd and restriction of exercise, as well as due to insufficient consideration of the needs of highly productive cows for balanced feeding and optimal housing conditions, postpartum and chronic endometritis are increasingly recorded. The studies were conducted on cows aged 4 to 7 years, with a live weight of 330 to 390 kg and at least two calvings in the anamnesis. For the treatment of cows of the first group, Viapen was used in combination with Uteroton, Oksilat, Amoksigard and Nitamin. Cows of the second group were given Mitrek, Amoksigard, Uteroton, Butofan. The therapeutic efficiency of two methods for treating postpartum endometritis was 100%. Treatment of cows of the first group has high complex therapeutic efficiency.

Keywords: cattle, cow endometritis, viapen, mitrek, uteroton, oxylate, amoxygard, nitamine, butofan

Актуальность. В современном промышленном животноводстве тревожной тенденцией является рост числа животных, страдающих патологиями половых органов, что неминуемо ведет к бесплодию [2, 9]. Несмотря на актуальность проблемы, единого взгляда на причины распространения и механизмы развития эндометритов у коров до сих пор не существует [1]. В условиях интенсификации животноводства, характеризующейся увеличением поголовья и ограничением рациона, а также в связи с недостаточным учетом потребностей высокопродуктивных коров в сбалансированном кормлении и оптимальных условиях содержания, все чаще регистрируются послеродовые и хронические эндометриты. Эти заболевания, являясь одной из главных причин бесплодия, продолжают наносить ощутимый экономический ущерб животноводческой отрасли [1-10].

Цель исследования - оценка терапевтической эффективности комплексных методов лечения послеродового эндометрита у коров.

Материал и методы исследования. Исследования проводились на коровах в возрасте от 4 до 7 лет, с живой массой от 330 до 390 кг и не менее двух отелов в анамнезе. Диагноз "послеродовой эндометрит" ставился на основании комплексного акушерско-гинекологического обследования, включавшего оценку общего состояния животного и выявление характерных признаков заболевания (таблица 1).

Таблица 1 – Клинические признаки заболевания до лечения

Показатель	Норма	Признаки заболеванием послеродовым эндометритом
Общее состояние	Активное	Угнетенное
Аппетит / жажда	Сохранены	Снижены
Вагинальное исследование	Слизистая оболочка розового цвета, без отеков, выделения отсутствуют	Гиперемия и отёчность слизистой оболочки преддверия влагалища и вульвы, выделения тёмно-бурого цвета с примесью слизи.
Состояние дыхательной системы	Кашель, носовые истечения и одышка отсутствуют, при аускультации дыхание без хрипов, везикулярное	Одышка, дыхание тяжелое, при аускультации дыхание без хрипов, везикулярное
Температура тела, °С	37,5 – 39,5	38,2 – 39,2
ЧДД, дд/мин	15 - 30	30 - 40
ЧСС, уд/мин	50 - 80	80 - 100

Для определения эффективности различных методов лечения были сформированы две опытные группы коров с подтвержденным диагнозом "послеродовой эндометрит". В процессе лечения на 3, 5, 7 и 10 дни проводился клинический осмотр, включавший оценку температуры тела, общего состояния и характера вагинальных выделений.

Результаты исследования. Заболеваемость послеродовым эндометритом составила 50 % от общего количества акушерско-гинекологических заболеваний коров в частном секторе Дуванского районе. Среди прочих акушерско-гинекологических болезней регистрировались задержка последа, кисты яичников, гипофункции яичников, метриты, сальпингиты и вагиниты. Было установлено, что острый послеродовой эндометрит имеет сезонный характер – с зимы по весну, что связано со снижением резистентности организма в этот период и погрешностью кормления. Наиболее низкий уровень заболеваемости коров эндометритом бактериальной этиологии регистрируется в осенний период и составляет 35,5 %, зимой же он увеличивается до 56 %. Частыми причинами возникновения послеродового эндометрита являлись неудовлетворительные условия содержания, задержка последа после отелов, а также непрофессиональное родовспоможение при осложненном процессе родов у коров.

Инъекции и внутриматочные введения производились индивидуально одноразовыми шприцами, все препараты применялись строго согласно инструкциям к препаратам. Методы лечения послеродового эндометрита у коров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Методы лечения послеродового эндометрита

Группа животных	Лекарственные препараты	Дозы и способ применения
1	Виапен	внутриматочно 60 г (1 доза) на животное, двукратно с интервалом 24 часа;
	Амоксигард	внутримышечно однократно 1 мл/20 кг ж.м.;
	Утеротон	внутримышечно трехкратно с интервалом 12 часов 10 мл на животное;
	Оксилат	0,05 мл/кг массы тела животного 1 раз в сутки в течение 5 дней;
	Нитамин	внутримышечно однократно дозе 0,25 мл/10 кг ж.м.;
2	Митрек	внутриматочно (1 шприц) однократно, через 24 часа после утеротонических средств;
	Амоксигард	внутримышечно однократно 1 мл/20 кг ж.м.;
	Утеротон	внутримышечно трехкратно с интервалом 12 часов 10 мл на животное;

Группа животных	Лекарственные препараты	Дозы и способ применения
	Бутофан	внутримышечно однократно 20 мл на животное

Результаты терапевтической эффективности комплексного лечения послеродового эндометрита у коров представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика клинических признаков

Клинические признаки	1 группа				2 группа			
	3	5	7	10	3	5	7	10
Дни исследования								
Температура тела, °С	38,6	38,9	38,8	39,0	38,7	38,5	38,6	38,6
Аппетит	-	+	+	+	-	+/-	+	+
Выделения из влагалища	+	-	-	-	+	+	-	-
Гиперемия и отёчность слизистой оболочки преддверия влагалища и вульвы	+	-	-	-	+	+	-	-

Выводы. Заболеваемость послеродовым эндометритом составила 50 % от общего количества акушерско-гинекологических заболеваний коров в частном секторе Дуванского районе. Среди прочих акушерско-гинекологических болезней регистрировались задержка последа, кисты яичников, гипофункции яичников, метриты, сальпингиты и вагиниты. Наиболее низкий уровень заболеваемости коров эндометритом бактериальной этиологии регистрируется в осенний период и составляет 35,5 %, зимой же он увеличивается до 56 %. Терапевтическая эффективность двух методов лечения послеродового эндометрита составила 100 %. Применение антибактериального препарата Виапен в комплексе с негормональным лекарственным препаратом Утеротон, стимулятором сократительной способности миометрия и процессов регенерации эндометрия Оксилатом, системным антибактериальным препаратом Амоксигард и препаратом, восполняющим недостаток витаминов в организме Нитамин (1 группа) обладает высокой комплексной терапевтической эффективностью.

Список источников

1. Белкин, Е.А. Профилактика и комплексное лечение эндометрита у коров / Е.А. Белкин // Аграрная наука. – 2019. – №10. – С.26-27.

2. Бреславец, В. М. Лечение острого послеродового эндометрита у коров / В. М. Бреславец, И. Л. Фурманов // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. – 2016. – С. 63-64.

3. Зарипова, Э. М. Гематологические показатели крови собак при пироплазмозе / Э. М. Зарипова, З. З. Ильясова // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2017. – № Т39. – С. 3796-3800.

4. Ильясова, З. З. Влияние прополиса, энтерозима, ОСЖ "Ферран" и их композиционных форм, на фоне иммунизации против сальмонеллеза, на бактерицидную активность сыворотки крови телят / З. З. Ильясова // Иммунобиологические, технологические, экономические факторы повышения производства продукции сельского хозяйства / МСХ РФ, Всероссийский НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, АН РБ, Башкирский ГАУ. – Москва-Уфа : Башкирский ГАУ-Всероссийский государственный научно-исследовательский институт контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, 2002. – С. 105-107.

5. Ильясова, З. З. Опыт экологического свиноводства в условиях Германии / З. З. Ильясова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии - в сельскохозяйственное производство : Материалы II Всероссийской НПК с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора ветеринарных наук, профессора Х. В. Аюпова (1914-1987 гг.), Уфа, 21–22 февраля 2014 года. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 298-301.

6. Ильясова, З. З. Терапевтическая эффективность комплексного лечения бронхопневмонии телят / З. З. Ильясова, А. А. Ахметзянова, Р. Р. Ильясова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 25-31.

7. Ильясова, З. З. Экологически безопасная коррекция нормофлоры кишечника / З. З. Ильясова // Безопасность жизнедеятельности: современные проблемы и пути их решения : Материалы II международной научно-практической конференции, Уфа, 29 апреля 2011 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, Республиканский учебно-научно методический центр Министерства образования Республики Башкортостан, ФГОУ ДПОС Башкирский институт переподготовки и повышения квалификации кадров АПК, Академия наук Республики Башкортостан. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2011. – С. 120-123.

8. Иммунный статус телят молочного периода роста при комбинированном применении пробиотиков и пребиотиков / А. В. Андреева, З. З. Ильясова, О. М. Алтынбеков, А. З. Хакимова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 10-14.

9. Халипаев, М. Г. Диагностика, лечение и профилактика эндометритов у коров : учебное пособие / М. Г. Халипаев. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 105 с.

10. Эффективность применения целлюлозосодержащих продуктов зернопереработки в кормлении гусей / Р. Т. Маннапова, И. М. Файзуллин, З. З. Ильясова, Р. Р. Шайхулов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 12. – С. 24-26.

© Чигвинцева Е.А., 2025

Оценка оптимальности применения сульфата аммония, при выращивании сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.) в субстрате на основе перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили.

Сергей Валерьевич Шевчук

Ботанический Институт им. В. Л. Комарова РАН,
г. Санкт-Петербург

Аннотация. Принципиальная возможность использования перегнивающей древесины березы вместо верхового торфа для выращивания рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.) уже представлена в предыдущих работах.

Также, ранее была решена проблема слишком высоких для требований сеянцев рододендрона японского показателей рН субстрата в случае использования образцов древесины с признаками белой гнили. Эта проблема была решена с помощью добавки в субстрат и дальнейшей подкормки сеянцев такого подкислителя и вместе с тем азотного удобрения, как сульфат аммония.

В общих чертах стали определяться базовые элементы возможной технологии для выращивания посадочного материала рододендрона японского. Но, было бы продуктивно сделать оценку субстрата и подкормки для этой новой технологии, сравнивая их с наиболее оптимальным составом субстрата и подкормочного раствора при традиционной технологии, базирующейся на использовании торфа.

Это и стало главной целью исследований опыта в 2025 году.

В результате было выявлено, что по сравнению с контролем использование нового субстрата и используемой подкормки в виде сульфата аммония привело к меньшим биометрическим показателям роста. Однако, это отставание по высоте не превышает 25%, что вполне приемлемо для положительной оценки нового субстрата и режима подкормки.

Ключевые слова: рододендрон, контейнер, субстрат

Evaluation of the optimality of ammonium sulfate application when growing seedlings of *Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring. in a substrate based on decaying birch wood of the white rot type.

Sergey Valerievich Shevchuk

V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Abstract. The fundamental possibility of using birch wood burning instead of high-moor peat for growing *Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring., has already been presented in previous works.

In addition, the problem of the substrate pH being too high for the requirements of Japanese rhododendron seedlings in the case of using wood samples with heterogeneity of white rot was previously solved. This problem was solved by adding an acidifier and at the same time a nitrogen fertilizer, such as ammonium sulfate, to the substrate and further feeding the seedlings.

In general terms, the basic elements of a possible technology for growing Japanese rhododendron planting material have been defined. However, it would be productive to evaluate the substrate and fertilizer for this new technology, comparing them with the most optimal composition of the substrate and fertilizer solution for traditional technology based on the use of peat.

This is the main goal of the research in 2025.

As a result, it was revealed that, compared to the control, the use of a new substrate and the applied fertilizer in the form of ammonium sulfate led to lower biometric growth indicators. However, this lag in height does not increase by 25%, which is quite acceptable for a positive assessment of the new substrate and the fertilizer regime.

Keywords: rhododendron, container, substrate

В предыдущих работах было выявлено, что использование перегнивающей древесины березы (спонтанный гибрид *Betula pubescens* Ehrh. x *B. pendula* Roth.) вполне перспективно для приготовления субстрата при выращивании сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.) (Шевчук, 2015, 2016).

Таким образом, принципиально было установлено, что субстрат на основе перегнивающей древесины может быть в ряде случаев альтернативой торфу при выращивании посадочного материала рододендронов. Это поможет, в случае возникновения проблем с закупкой и доставкой верхового торфа перейти на данный альтернативный вид сырья.

Также, ранее была решена проблема слишком высоких для требований сеянцев рододендрона японского показателей pH субстрата в случае использования образцов древесины с признаками белой гнили (Шевчук, 2023). Для этого при приготовлении субстрата использовали при стартовом внесении сульфат аммония и его же применяли в качестве подкисляющего и подкормочного раствора при выращивании сеянцев данного вида рододендрона Шевчук, 2024,1 и 2024,2).

В общих чертах стали определяться базовые элементы возможной технологии для выращивания посадочного материала рододендрона японского. Но, было бы продуктивно сделать оценку субстрата и подкормки для этой новой технологии, сравнивая их с наиболее оптимальным составом субстрата и подкормочного раствора при традиционной технологии, базирующейся на использовании верхового торфа.

Это и стало главной целью исследований опыта в 2025 году.

При этом были поставлены отдельные задачи:

1. Установить динамику прорастания семян и дальнейшей сохранности живых проростков сеянцев рододендрона японского;

2. Выявить интенсивность роста сеянцев в вариантах опыта;
3. Оценить внешнее состояние сеянцев на наличие хлороза листьев;
4. Выявить кислотность субстрата в конце опыта

Методика опытов была следующей:

В процессе поиска была обнаружен образец перегнивающей древесины березы (спонтанный гибрид *Betula pubescens* Ehrh. x *B. pendula* Roth.): с признаками белой гнили, имевший показатель кислотности рН(H₂O) равный около 6, что хотя и не дотягивает до щелочных свойств, но все же слишком высок по сравнению с оптимальным.

Для опытных работ было решено выращивать сеянцы в горшках (по три горшка на вариант). Объем субстрата в горшке 300 см³. На поверхность субстрата в каждом горшке высевалось по 10 полнозернистых семян рододендрона японского. Таким образом, на каждый сеянец приходилось по 30 см³ субстрата. Схема посева 1,5 x 1,5 см; высота горшка - 7 см; диаметр горшка - 10 см. Высев семян происходил поверхностно, 28 ноября 2024 г., а мульчирование семян тонким слоем песка производилось 8 декабря. Сверху до прорастания всходов горшки накрывались стеклом для повышения относительной влажности воздуха. Опыты размещались под светодиодными фито-лампами, дающими белый и красный свет.

Субстрат готовился следующего состава:

Для опытного варианта (вариант 1) на 10 л. перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили добавлялось 12 г. сульфата аммония, 5 г. монокалийфосфата, 1 г. сульфата железа, 2 г. сульфата магния, 3 г. сульфата кальция (гипса) и 1 л. крупнозернистого песка.

Для контроля (вариант 2) на 10 л. проветренного фрезерованного сфагнового торфа малой степени разложения добавлялось 20 г доломитовой муки, 20 г. комплексного водорастворимого удобрения «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»» и 1 л. крупнозернистого песка. Выбор этого удобрения был обоснован его высокими качественными характеристиками по отношению к культуре представителей рода *Rhododendron* L. В нем сбалансированно представлены необходимые для хорошего развития рододендронов элементы питания, в том числе и большой набор микроэлементов. Раствор этого удобрения при 0,1% концентрации, который, применяется при подкормке контрольного варианта, имеет рН равный 6,2, в то время, как 0,1 % раствор сульфата аммония, применяемый для подкормки варианта №1 имеет менее оптимальный рН равный 6,8. Субстрат контрольного варианта, благодаря применению «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»» имел оптимальный для рододендронов начальный показатель рН в водном растворе равный 5,0.

Посевы в контейнерах малого объема были размещены в условиях субтропической оранжереи. На высоте 10 см от поверхности была установлена дополнительная подсветка из 3-х фито-ламп, автоматически отключаемых в ночное время.

Подкормка осуществлялась 1 раз в 2 недели. Как уже отмечалось ранее вариант №1 подкармливали 0,1 % раствором сульфата аммония по 1 см³ на

сеянец, а вариант №2 (контроль) 0,1 % раствором удобрения «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»» в той же дозе.

Кислотность образцов перегнивающей древесины березы и субстрата определялась по методу Е. В. Аринушкиной (Аринушкина, 1962).

По мере роста проводились наблюдения за динамикой прорастания семян и сохранностью проростков, а также проводились замеры биометрических показателей сеянцев, и анализировалось их состояние на наличие хлороза листьев.

Окончательное снятие результатов опыта производилось 8 апреля 2025 г. Определение средних значений биометрических показателей определялось с использованием алгоритмов Н. А. Плохинского (Плохинский, 1967).

Следует отметить, что прорастание во всех вариантах было довольно протяженным по времени и заняло немного менее трех недель (табл. 1). Это можно объяснить достаточно низкой температурой в это время в оранжерее, где проводился опыт, а также значительно более низкой освещенностью, чем в весенне-летнее время (весной семена рододендрона японского в той же оранжерее массово прорастают обычно через 7-10 после посева).

Однако, период за который проросло подавляющее количество семян в этих же двух вариантах был коротким и составил около одной недели. Характерно, что после достижения максимума проростков проходил незначительный отпад сеянцев, причем в варианте №1 он прекратился в середине января, а в варианте №2 он завершился в середине марта. В дальнейшем, отпад сеянцев не наблюдался до окончания опыта. Процент живых проростков в конце опыта оказался примерно одинаковым вне зависимости от варианта и был удовлетворительно высоким.

Более длительный период отпада сеянцев в варианте №2, возможно, объясняется лучшими условиями питания грибной патогенной флоры.

Таблица 1 – Динамика прорастания семян рододендрона японского и сохранность его проростков в зависимости от состава субстрата и подкормочного раствора (посев 28.11.24.)

Вариант	Число проростков от высеванных семян, % по датам											
	2024, XII				2025, I		II		III		I V	
	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24
№1 (субстрат на основе перегнивающей древесины березы по типу белой гнили, стартовое внесение и	0	63	90	93	93	93	93	90	90	87	83	83

подкормка базируется на основе сульфата аммония)												
№2 (контроль; субстрат на основе верхового торфа; стартовое внесение и подкормка базируется на основе удобрения «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»»)	0	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8
		5	9	9	5	0	0	0	0	0	0	0

При анализе динамики биометрических показателей сеянцев в различных вариантах, можно выявить хороший темп развития сеянцев варианта №1. (Табл. 2). При этом рост сеянцев в субстрате в варианте №1 не всех этапах все отстает от этого процесса в варианте №2 (контрольном), но незначительно, причем соотношение преимуществ варианта №1 над вариантом №2 на всем этапе наблюдений за ходом роста остается примерно на одном уровне. Так по замерам 5 февраля это преимущество составило 22%, а к концу опыта, т. е. 8 апреля, соответственно – 25%.

Сеянцы не только контрольного варианта №1, но и варианта №2 с такими биометрическими показателями в конце опыта уже вполне пригодны для перевалки в стандартные контейнеры с объемом 120 см³ (те, что меньше) и даже 200 см³ (наиболее крупные). Если говорить о некоторых недостатках роста в варианте №2, то это значительно более высокая вариабельность высот (коэффициент вариации 60%) по сравнению с вариантом №1 (коэффициент вариации 34%). Это, очевидно, связано с неоднородностью субстрата на основе перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили, приготовленного ручным методом для опыта.

Таблица 2 – Темпы роста сеянцев рододендрона японского в зависимости от состава субстрата и подкормочного раствора (посев 28.11.24.)

Вариант	Высота сеянцев по датам, мм		
	5 февраля	5 марта	8 апреля
№1 (субстрат на основе перегнивающей древесины березы по типу белой гнили,	19,8±1,9	37,4±4,3	70,2±8,8

стартовое внесение и подкормка базируется на основе сульфата аммония)			
№2 (контроль; субстрат на основе верхового торфа; стартовое внесение и подкормка базируется на основе удобрения «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»»)	25,3±1,9	54,4±3,8	93,2±8,9

Теперь же обратим внимание на показатели кислотности субстрата и такой важный показатель состояния сеянцев, как хлороз листьев в различных вариантах. Можно отметить, что количество сеянцев с признаками хлороза не было выявлено ни на одном этапе в процессе наблюдений ни в одном из вариантов. Положительно, что кислотность субстрата рН (Н₂О) в варианте №1 в конце опыта вплотную приблизилась к верхней границе оптимальных значений и составила 5,6 (для рододендронов, по мнению латвийского специалиста Р. Я. Кондратовича оптимальные значения этого показателя находятся в промежутке от 4,5 до 5,5 (Кондратович, 1981)). При этом кислотность субстрата на конец опыта в варианте №2 оказалась, как и следовало ожидать, все же, более оптимальной, чем в варианте №1, так как показатель рН (Н₂О) составил 4,9.

В целом же ни качественные, ни количественные показатели роста в представляющем новый субстрат варианте №2. не сильно уступают результатам использования оптимизированного традиционного субстрата контрольного варианта №2.

Это наглядно можно видеть на фото этих двух вариантов, сделанных в самом конце опыта (Рис. 1).



Рисунок 1. На фоне 22-см линейки представлены 4-х месячные сеянцы рододендрона японского. Слева от линейки расположен вариант № 1, справа, соответственно, вариант № 2 (контроль).

На основании полученных данных просматривается, основной вывод, говорящий о том, что перегнивающая древесина березы с признаками белой гнили, несмотря на то, что имеет изначально более высокий, чем оптимальный показатель кислотности рН, может быть также вполне пригодна для нормального выращивания сеянцев рододендрона японского, как и классический верховой проветренный торф. Благодаря использованию при стартовом внесении недорогого сульфата аммония (помимо добавки нескольких других, также, недорогих минеральных удобрений) и дальнейших подкормках тем же сульфатом аммония, принимая во внимание соотношению качества и цены, этот субстрат, при определенных условиях, может стать более привлекательным для производителя, чем субстрат на основе верхового торфа. Особенно, когда используются для стартового внесения в торфяной субстрат и для дальнейших подкормок дорогие комплексные удобрения.

В дальнейшем, когда основные рекомендации по приготовлению субстрата на основе перегнивающей древесины березы для выращивания сеянцев рододендрона уже есть, конечно, не следует останавливаться в исследованиях, с целью оптимизации. Так, возможно, что использование в качестве подкормки,

тоже подкисляющего удобрения «Фертика «Хвойное для Вечнозеленых. Лето»», вместо сульфата аммония, еще лучше бы усилило развитие сенцев рододендрона японского. Определенную сложность в использовании субстрата на основе перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили представляет более быстрое уменьшение его объема с течением времени, чем это имеет место у торфяных субстратов. Это связано с более интенсивными процессами деструкции. Поэтому в субстрате на основе перегнивающей древесины березы срок выращивания посадочного материала в контейнерах малого объема не должен превышать 1-2 года. Нужно заранее учитывать такую «осадку» субстрата. Вопрос с оптимизацией объема субстрата на растение, по этой причине, также еще не решен. Все это также требует будущих исследований.

Представленная в данной статье информация это, конечно, только несколько обоснованная рабочая идея, которая может дать повод задуматься о целесообразности развития новых направлений (технологий) выращивания посадочного материала рододендронов. Для этого нужны дополнительные исследования и не только чисто растениеводческие. Так, совершенствование процесса приготовления субстрата на основе перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили должно быть направлено на улучшение его однородности. Но это уже задача, скорее механизаторов и технологов искусственного получения кондиционной для данной цели перегнивающей древесины березы. Скорее всего, стимулировать дальнейшую разработку данной технологии будут только слишком высокие цены на торф или, просто, его отсутствие.

Список источников:

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв.- М., - 1962.- 490 с.
2. Кондратович Р. Я. Рододендроны – Рига, 1981. – 231 с.
3. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии – М., 1967.- 80 с.
4. Шевчук С. В. Испытание в качестве субстрата для выращивания сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.) перегнивающей древесины лесных пород// Проблемы изучения растительного покрова Сибири. – Томск, 2015. – С.353-355.
5. Шевчук С. В. Испытание в качестве субстрата для выращивания контейнеризированных сеянцев рододендронов перегнивающей древесины лесных пород// Цветоводство: История, теория, практика = Floriculture: history, theory, practice. – Минск, 2016. – С 383-384.
6. Шевчук С. В. Существенное различие кислотности у образцов перегнивающей по типу разрушения лигнина древесины березы (белая гниль) как проблема при ее использовании в качестве основы субстрата для выращивания сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.)// Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН, Выпуск №19. – Чебоксары, 2023. – С. 73-77.

7. Шевчук С. В. Выбор азотного удобрения используемого для подкормки сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.), с целью оптимизации кислотности субстрата на основе перегнивающей по типу белой гнили древесины березы.// ЗЫКИНСКИЕ ЧТЕНИЯ: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти докт. мед. наук, профессора Л. Ф. Зыкина [Электронный ресурс] / под редакцией О.С. Ларионовой, Т. В. Спирихиной, С.В. Горшунова – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024. – С. 212-220.

8. Шевчук С. В. Использование азотных удобрений, как подкислителей при выращивании сеянцев рододендрона японского (*Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring.) в субстрате на основе перегнивающей древесины березы с признаками бурой и белой гнили.// Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН, Выпуск №20. – Чебоксары, 2024.

Статья написана в соответствии с темой НИР отдела Ботанический сад Петра Великого на 2024-2028 гг.: «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН».

© Шевчук С. В., 2025

Распространенность неврологических патологий у собак

Даниэль Алексеевич Шиганов, Владимир Васильевич Салаутин
ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики биотехнологии
инженерии им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Неврологические заболевания - наиболее часто встречающиеся патологии у собак. Болезни неврологического характера проявляются при повреждении нервов, в частности – периферических, когда появляется слабость в конечностях. В статье описаны случаи неврологических заболеваний у собак, диагностированные в ветеринарной клинике «Доктор Вет». Диагностика данной патологии основана на тщательном клиническом осмотре, исследовании рефлексов, МРТ или КТ. Лечение зависит от состояния животного и может быть оперативным или консервативным

Ключевые слова: собака, неврология, патология

PREVALENCE OF NEUROLOGICAL PATHOLOGIES IN DOGS

Daniel A. Shiganov, Vladimir V. Salautin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. Neurological diseases are the most common pathologies in dogs. Neurological diseases occur when nerves are damaged, in particular peripheral nerves, when weakness appears in the extremities. The article describes cases of neurological diseases in dogs diagnosed in the veterinary clinic "Doctor Vet". Diagnosis of this pathology is based on a thorough clinical examination, reflex examination, MRI or CT scan. Treatment depends on the condition of the animal and can be operative or conservative.

Keywords: neurology, dog, pathology

Введение

Неврологические заболевания – это патологии органов центральной и периферической нервной системы. Часто являются причиной инвалидности и смерти. Каждое заболевание имеет свой набор симптомов. Он определяется этиологией, локализацией неврологических патологий, общим состоянием пациента (наличие/отсутствие сопутствующих хронических болезней, возраст). Условно можно выделить отдельные типы синдромов – общий, двигательный, вегетативный, болевой.

Цели и задачи

выявить и изучить случаи неврологических патологий у собак в условиях ветеринарной клиники «Доктор Вет» г. Саратов.

Материалы и методы

Материалы исследования были собраны нами в ветеринарной клинике «Доктор Вет», г. Саратов. Объектом исследований стали пациенты клиники, собаки с неврологическими патологиями, поставленными квалифицированными врачами данной клиники в период с апреля 2024г по апрель 2025г. Проводили сбор анамнеза, клинический осмотр. Диагноз ставили на основании рентгген-снимков, результатов магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Результаты исследования

Для проведения исследования были использованы амбулаторные карты ветеринарной клиники «Доктор Вет» за период с апреля 2024г по апрель 2025г, в ходе исследований было зафиксировано 2497 приемов из них 395 неврологических (15.82%), из них 221 пациента с дископатиями (56 %) Чаще всего встречается у собак (Французские бульдоги, мопсы, таксы) от 3-х до 8 лет, 46 пациентов с опухолью головного мозга (11,65 %), 32 пациента с гидроцефалией (8 %) чаще встречаются Йоркширские-терьер, Чихуа-хуа, Французские бульдоги, Мопсы., 29 пациентов с менингоэнцефалитом (7,3%) чаще встречаются Йоркширский терьер, Чихуа-хуа, Французский бульдог, Мопс 17% приходится на остальные неврологические заболевания

Заключение

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод, что неврологические заболевания являются распространёнными заболеваниями, в частности дископатии имеют наибольший процент среди всех неврологических заболеваний.

Список источников

1. Грыжа межпозвоночного диска (дископатия) грудопоясничного отдела позвоночника у собак. – Текст: электронный // vetson.ru: [сайт]. – URL: <https://vetson.ru/info/publications/statyi/gryzhamezhpozvonochnogo-diska-diskopatiya-grudopoyasnichnogo-otdela-pozvonochnika-u-sobak/> (дата обращения: 11.03.2023)
2. Дископатия собак. – Текст: электронный // Мед-Вет: Сеть Ветеринарных Центров: [сайт]. – URL: <https://med-vet.ru/stati/xirurgiya/diskopatiya-sobak/> (дата обращения: 09.03.2023).
3. Козлов Н.А. Статистика возникновения грыжи межпозвоночного диска у собак. / Н.А. Козлов // Ветеринарная медицина. — 2011. - №1. - С. 65-66.
4. Козлов Н.А. Прогноз для собак с грыжей межпозвоночного диска типа Хансен 1 в грудопоясничном отделе спинного мозга без глубокой болевой чувствительности / Н.А. Козлов, С.В. Тимофеев // Ветеринарная медицина. - 2012. - №2. - С. 48 49.
5. Салионова, А. Ю. К вопросу о современной классификации опухолевых заболеваний у собак / А. Ю. Салионова, С. В. Терехова // Аграрный вестник Приморья. – 2016. – № 3(3). – С. 5-7. – EDN ZISQJN.

© Шиганов Д.А., Салаутин В.В. 2025

Синтез наночастиц селена стабилизированных мальтодекстрином в этиленгликоле

Анастасия Андреевна Шелковая, Анастасия Сергеевна Козлова, Валерия Владимировна Кузнецова, Полина Дмитриевна Демьяновская, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Ярослав Борисович Древо, Борис Иванович Древо

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов.

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и стабилизированные мальтодекстрином.

Ключевые слова: наночастицы, селен, мальтодекстрин.

SYNTHESIS OF MALTODEXTRIN-STABILIZED SELENIUM NANOPARTICLES IN ETHYLENE GLYCOL

Anastasia A. Shelkovaya, Anastasia S. Kozlova, Valeria V. Kuznetsova, Polina D. Demyanovskaya, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Yaroslav B. Drevko, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov.

Abstract: *The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and maltodextrin stabilized.*

Keywords: *nanoparticles, selenium, maltodextrin.*

Наночастицы селена представляют собой мелкие частицы размером в диапазоне от 1 до 100 нм. Они обладают уникальными физическими и химическими свойствами, отличающимися от свойств макроскопического селена. Наночастицы селена проявляют высокую реакционную способность, что делает их идеальным кандидатом для различного применения, включая разработку функциональных продуктов. В зависимости от метода синтеза, форма и структура наночастиц могут варьироваться, что также влияет на их свойства и реакционную способность с биологическими системами. Например, наночастицы селена могут принимать формы от сферических до стержнеобразных, и каждая форма может демонстрировать различные уровни биологической активности и стабильности, что позволяет им сохранять свои

свойства даже при воздействии ультрафиолетового излучения, высоких температур и изменяющихся рН-сред [1]. Наночастицы селена обладают хорошей растворимостью в водных растворах, что позволяет легко интегрировать их в различные продукты питания и фармацевтические формулы. Высокая поверхность наночастиц селена способствует их способности к адсорбции различных молекул и ионов, это дает возможность использовать их для связывания и удаления токсичных соединений, таких как тяжелые металлы. Одним из самых значимых свойств наночастиц селена является их высокая антиоксидантная активность, они способны нейтрализовать свободные радикалы и предотвращать окислительный стресс, что может помочь в профилактике различных заболеваний, связанных с окислительным стрессом и воспалениями. В отличие от некоторых других форм селена, которые могут быть токсичными при высоких концентрациях, наночастицы селена демонстрируют низкую токсичность и безопасны для использования в биологических системах при умеренных дозах [2].

В стеклянной стерильной колбе смешивают 0,1 г дихлордиацетофенонилселенида, 0,5 г мальтодекстрина, 30 мл этиленгликоля и 50 мл аммиака. На водяной бане содержимое колбы доводим до 100 °С, охлаждаем и проводим анализ, а именно тонкослойную хроматографию - хроматографический метод, основанный на использовании тонкого слоя адсорбента в качестве неподвижной фазы. Полученный раствор исследовали методом ТСХ на наличие дихлордиацетофенонилселенида в результате было выявлено отсутствие последнего в растворе.

А также методом динамического рассеивания света (ДРС) определены размер и дзета - потенциал. Динамическое светорассеяние обычно используется для характеристики частиц и молекул в растворах/дисперсиях, например для определения их размера, распределения по размерам, а также конформационных изменений. ДРС позволяет точно измерять частицы субмикрометрового размера (от нескольких нанометров до одного микрометра). Когда лазерный луч попадает на частицы внутри жидкого образца, частицы рассеивают свет во всех направлениях. Детектор, расположенный в определённом месте, улавливает часть рассеянного света и измеряет его интенсивность в зависимости от времени. В обычной системе DLS эти флуктуации вызваны интерференцией между рассеянным светом от ансамбля частиц, движущихся в результате броуновского движения. Флуктуации интенсивности можно проанализировать, рассчитав зависящую от времени корреляцию сигнала с самим собой при различных задержках, что называется методом автокорреляционного анализа. В результате анализа установили размер и дзета-потенциал полученных наночастиц селена: 383,4 нм и -57,6 мВ.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

Список источников

1. Исаева, А.Ю. Изучение биологических свойств наноразмерной структуры на основе коллоидного селена *in vitro* / А.Ю. Исаева А., Староваеров С.А., Волков А.А., Ларионов С.В., Козлов С.В. – Саратов: Изд. ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт РАСХН, 2012. – 3с.

2. Wang, Y. Selenium nanoparticles as a novel antioxidant: a review / Y. Wang, Y. Zhang // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2018. – Vol. 124. – P. 71 - 76.

© Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Я.Б., Древки Б.И., 2025

Синтез наночастиц селена стабилизированных мальтодекстрином в воде

Анастасия Андреевна Шелковая Анастасия Сергеевна Козлова, , Валерия Владимировна Кузнецова, Полина Дмитриевна Демьяновская, Софья Владимировна Горшунова, Ярослав Борисович Древки, Борис Иванович Древки

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов.

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и стабилизированные мальтодекстрином.

Ключевые слова: наночастицы, селен, мальтодекстрин.

SYNTHESIS OF MALTODEXTRIN-STABILIZED SELENIUM NANOPARTICLES IN WATER

Anastasia A. Shelkovaya, Anastasia S. Kozlova, Valeria V. Kuznetsova, Polina D. Demyanovskaya, Sofya V. Gorshunova, Yaroslav B. Drevko, Boris I. Drevko
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov.

Abstract: The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichloroacetophenonyl selenium and maltodextrin stabilized.

Keywords: nanoparticles, selenium, maltodextrin.

Селен это незаменимый микроэлемент в метаболизме многих живых организмов, а его дефицит приводит к широкому спектру заболеваний как у животных, так и у человека [1-6].

Особое внимание последнее десятилетие уделяется в мировом сообществе биологической активности наночастиц, нами предпринята попытка синтеза наночастиц селена из диацетофенонилселенида с использованием в качестве стабилизирующего компонента мальтодекстрина.

Наночастицы селена были получены в реакции образования элементарного селена из дихлордиацетофенонилселенида в дистиллированной воде с добавлением аммиака и мальтодекстрина (Е 459) на водяной бане при температуре 100° С.

В плоскодонную колбу объемом 250 мл добавляем 30 мл дистиллированной воды и ставим на водяную баню, затем по достижению температуры 100° С по показателям магнитной мешалки добавляем 0,1 г дихлордиацетофенонилселенида, 0,5 г мальтодекстрина и при 300 оборотах на магнитной мешалке доводим до полного растворения. Через 3 часа проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) анализ реакционной смеси с использованием в качестве элюента раствора 3/1/1 гексан/диэтиловый эфир/хлороформ, в качестве метки используется дихлордиацетофенонилселенид. После получения по ТСХ отрицательного результата на наличие исходного соединения проводили лиофилизацию образца.

Далее методом динамического рассеивания света (ДРС) был установлен размер и дзета-потенциал полученных наночастиц селена.

Исходя из полученных результатов анализа можно сделать вывод о том, что полученные данным методом синтеза наночастицы селена размер: 271,7 нм и дзета-потенциал равный -49,2мВ, что говорит о высокой стабильности данных наночастиц.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

Список источников

1. Goenaga-Infante Heidi; Sargent Mike. Understanding the role of Se in health using mass spectrometry. // Spectroscopy Europe, 2005.- Vol. 17.- N 2, P. 6-14.

2. Mughesh, G.; Singh, Harkesh B. Biological activities of synthetic organoselenium compounds: recent developments. // Proceedings of the National Academy of Sciences, India, Section A: Physical Sciences. 2000.- vol. 70 N 3, P. 207-220.

3. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 58. Селен.- Женева: Всемирная организация здравоохранения.- 1989.- 270С.

4. Karunasinghe Nishi; Ferguson Lynnette R.; Tuckey John; Masters Jonathan. Hemolysate thioredoxin reductase and glutathione peroxidase activities correlate with serum selenium in a group of New Zealand men at high prostate cancer risk. // Journal of Nutrition, 2006.- Vol. 136.-N 8, P.2232-2235.

5. Abdulah Rizky; Miyazaki Kaori; Nakazawa Minato; Koyama Hiroshi. Chemical forms of selenium for cancer prevention. // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 2005.- Vol. 19.- N 2-3, P.141-150.

6. Diwadkar-Navsariwala Veda, Prins Gail S., Swanson Steven M., Birch Lynn A.; Ray Vera H., Hedayat Samad; Lantvit Daniel L., Diamond Alan M. Selenoprotein deficiency accelerates prostate carcinogenesis in a transgenic model. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2006.- Vol. 103.- N 21, P. 8179-8184.

© Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Древки Я.Б., Древки Б.И., 2025

Синтез наночастиц селена стабилизированных поливинилпирролидоном

Анастасия Андреевна Шелковая, Анастасия Сергеевна Козлова, Валерия Владимировна Кузнецова, Полина Дмитриевна Демьяновская, Софья Владимировна Горшунова, Виталий Андреевич Ханадеев, Ярослав Борисович Древо, Борис Иванович Древо

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация: В статье рассмотрен метод получения наночастиц селена, где главным компонентом/поставщиком селена является дихлордиацетофенонилселенид и проводится стабилизация получаемых частиц поливинилпирролидоном.

Ключевые слова: наночастицы, селен, поливинилпирролидон.

SYNTHESIS OF SELENIUM NANOPARTICLES STABILIZED BY POLYVINYLPIRROLIDONE

Anastasia A. Shelkovaya, Anastasia S. Kozlova, Valeria V. Kuznetsova, Polina D. Demyanovskaya, Sofya V. Gorshunova, Vitaly A. Khanadeev, Yaroslav B. Drevko, Boris I. Drevko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract: The article discusses a method for producing selenium nanoparticles, where the main component/supplier of selenium is dichlorodiacetophenonyl selenium and the stabilization of the resulting particles with polyvinylpyrrolidone is carried out.

Keywords: nanoparticles, selenium, polyvinylpyrrolidone.

Наночастицы в последнее десятилетие являются одними из наиболее перспективных компонентов для препаратов, а селен являющийся незаменимым микроэлементом соответственно в наночастицах может и показывает высокую биологическую активность [1-6].

Нами была предпринята попытка синтеза наночастиц селена стабилизированных поливинилпирролидоном.

Метод синтеза наночастиц селена осуществлялся через химическую реакцию, в которой дихлордиацетофенонилселенид преобразовывался в элементарный селен в изопропиловом спирте с добавлением поливинилпирролидона (ПВП) в качестве стабилизатора.

Синтез включает следующие этапы:

1. Подготовка реакционной смеси

В реакционную ёмкость помещали дихлордиацетофенонилселенид в количестве 58 мг/мл, и добавляли изопропиловый спирт, который служил растворителем и создавал подходящую среду для реакции. Смесь тщательно перемешивается для достижения однородности.

2. Добавление стабилизатора

После достижения однородной смеси в раствор вводился поливинилпирролидон в концентрации 114 мг/мл. ПВП служил для стабилизации образующихся наночастиц, предотвращая их агрегацию. Смешивание продолжается до полного растворения ПВП.

3. Нагревание реакционной смеси

Реакционная смесь помещали в водяную баню и осуществляли нагрев до 50°C, что обеспечивало необходимые условия для реакции и способствовало образованию элементарного селена. Ход реакции отслеживали по исчезновению исходного вещества по показателям тонкослойной хроматографии.

В результате анализа методом динамического рассеяния света были получены наночастицы селена размером 2-4 нм.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№1024120300002-7-4.4.1)

Список источников

1. Yu-feng; Zhang Ying-mei; Wang Bing-lian; Long Jing; Huang De-jun; Liu Jiang-hai. Effect of selenium exposure on the immunological function in mice. // Huanjing Yu Zhiye Yixue, 2006.- Vol. 23.-N 1, P.38-40.

2. Al-Saleh Iman, Billedo Griselli, El-Doush Inaam, El-Din Mohamed Gamal, Yosef Gamal. Selenium and vitamins status in Saudi children. // Clinica Chimica Acta, 2006.- Vol. 368.- N 1-2, P. 99-109.

3. Goenaga-Infante Heidi; Sargent Mike. Understanding the role of Se in health using mass spectrometry. // Spectroscopy Europe, 2005.- Vol. 17.- N 2, P. 6-14.

4. Mughesh, G.; Singh, Harkesh B. Biological activities of synthetic organoselenium compounds: recent developments. // Proceedings of the National Academy of Sciences, India, Section A: Physical Sciences. 2000.- vol. 70 N 3, P. 207-220.

5. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 58. Селен.- Женева: Всемирная организация здравоохранения.- 1989.- 270С.

6. Karunasinghe Nishi; Ferguson Lynnette R.; Tuckey John; Masters Jonathan. Hemolysate thioredoxin reductase and glutathione peroxidase activities correlate with serum selenium in a group of New Zealand men at high prostate cancer risk. // Journal of Nutrition, 2006.- Vol. 136.-N 8, P.2232-2235.

© Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Я.Б., Древки Б.И., 2025

Научная статья

УДК 606:579.841.12:631.524.82:633.111.1

Влияние экзополисахарида *Xanthomonas campestris* на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы

Арина Александровна Шьюрова¹, Анна Владимировна Мельникова¹, Александра Михайловна Ломакина¹, Светлана Витальевна Лящева², Лидия Владимировна Карпунина¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

²Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока,
г. Саратов

Аннотация. Изучали влияние экзополисахарида (ЭПС) *Xanthomonas campestris* В–610/1 в виде пленочного покрытия семян на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы (Калач 60, Подруга, Соседка). Определяли длину проростков, максимальную длину корня и количество корней обработанных и не обработанных ЭПС семян. Было установлено положительное влияние ЭПС на ранних этапах развития растений, что выражалось в увеличении исследованных морфометрических параметров.

Ключевые слова: экзополисахарид, пленочное покрытие, бактерии, *Xanthomonas campestris*, пшеница.

Effect of *Xanthomonas campestris* exopolysaccharide on the growth and development of winter soft wheat seedlings

Arina A. Shyurova¹, Anna V. Melnikova¹, Alexandra M. Lomakina¹, Svetlana V. Lyashcheva², Lidiya V. Karpunina¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Federal Agrarian Research Center of the South-East, Saratov

Abstract. The effect of exopolysaccharide (EPS) *Xanthomonas campestris* В–610/1 in the form of a film coating of seeds on the growth and development of winter soft wheat seedlings (Kalach 60, Podruga, Sosedka) was studied. The length of seedlings, maximum root length and the number of roots of seeds treated and not treated with EPS were determined. A positive effect of EPS at the early stages of plant development was established, which was expressed in an increase in the studied morphometric parameters.

Keywords: exopolysaccharide, film coating, bacteria, *Xanthomonas campestris*, wheat.

Введение. Экзополисахариды микроорганизмов в последние годы находят все большее применение в различных областях народного хозяйства. Их уникальные способности к загущению, эмульгированию, студнеобразованию, а также антиоксидантные свойства и умение подавлять некоторых вредителей и болезни растений в последнее время всё больше привлекают внимание различных исследователей. Включение полисахаридов в биопрепараты для сельскохозяйственных растений помогает обработанным семенам на ранних стадиях онтогенеза, как в роли дополнительного запаса энергии, так и как влагоудерживающая пленка, что, как следствие, инициирует более раннюю фотосинтетическую активность проростков укорачивая цикл созревания урожая. При этом, не каждая форма использования препаратов на основе ЭПС одинаково эффективна, жидкие препараты не редко уступают гельным формам по ряду показателей. Покрытие семян воздухо- и водорегулирующей пленкой способствует повышению устойчивости растений к стрессам и фитопатогенам в ранних фазах онтогенеза, а также защищает интродуцируемые и аборигенные почвенные микроорганизмы от повреждающего действия экстремальных факторов (температуры, высушивания, УФ-радиации). Однако, таких работ не так много.

Исходя из этого оценить влияние ЭПС *X. campestris* В-610/1 в виде пленочного покрытия на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы является актуальной задачей, что явилось целью данной работы.

Объект и методы исследований. Объектом для исследований явились семена озимой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сортов Калач 60, Подруга, Соседка, полученные из ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» г. Саратова (Россия). Выделение ЭПС *X. campestris* В-610/1 проводили по методу [1].

Пленочное покрытие на основе бактериального ЭПС *X. campestris* В-610/1 создавали по методу [2]. В результате получали однородный, прозрачный, студнеобразный раствор (гель), который, застывая, образовывал пленку.

Для обработки семян пшеницы пленочным покрытием, созданным на основе ЭПС *X. campestris* В-610/1, опытные образцы (125 штук каждого сорта) выдерживали 15 минут в студнеобразном растворе (геле), затем высушивали при комнатной температуре (+24°C), предотвращая слипание, и помещали в стерильные чашки Петри с дисками из фильтровальной бумаги, смоченными 4 мл дистиллированной воды. Измерение длины проростков, максимальной длины корня и количество корней проводили на 7 сутки.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли по стандартным методам с использованием параметрического t-критерия Стьюдента (достоверными считали различия при вероятности ошибки $p < 0,05$) и программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что у озимой мягкой пшеницы сорта Калач 60 показатели после обработки пленкой превышали контрольные образцы (необработанные семена) (см. таблицу 1). Так, длина проростка и максимальная длина корня обработанных семян была выше по сравнению с контролем на 24 %

и 4 %, соответственно. Исследование параметра количества корней также продемонстрировало преимущество обработанных семян у данного сорта над контрольными образцами. У опытных семян данный показатель был выше, чем у контроля на 14 %.

Таблица 1 – Влияние пленочного покрытия, созданного на основе ЭПС *X. campestris* В-610/1, на рост и развитие проростков озимой пшеницы

Сорт	Длина проростка			Максимальная длина корня			Количество корней		
	Конт- роль	Опыт	Р	Конт- роль	Опыт	Р	Конт- роль	Опыт	Р
	М±m	М±m		М±m	М±m		М±m	М±m	
Калач 60	70,7±0,9	87,4±0,5	<0,05	87,5±0,6	91,3±0,8	<0,05	4,3±0,1	4,9±0,1	<0,05
Подруга	59,1±1,0	67,8±0,5	<0,05	92,6±0,7	101,9±0,8	<0,05	3,8±0,1	4,2±0,1	<0,05
Соседка	51,8±1,2	99,3±0,7	<0,05	89,5±0,9	115,9±0,5	<0,05	4,2±0,2	4,6±0,1	<0,05

Исследование морфометрических показателей у сорта Подруга также продемонстрировало преимущество семян, подвергнутых предварительной обработке пленочным покрытием, над контролем. В случае длины проростка разница составила 15 %, максимальной длины корня – 10 %, количества корней – 11 %.

Озимая мягкая пшеница сорта Соседка продемонстрировала тенденцию аналогичную вышеупомянутым сортам. Так, длина проростка обработанных семян была выше контроля на 92 %, максимальная длина корня на 30 %, количество корней на 10 %.

Заключение. Таким образом, было установлено положительное влияние ЭПС *X. campestris* В-610/1 на длину проростка, максимальную длину корня, количество корней озимой мягкой пшеницы сортов Калач 60, Подруга, Соседка. Наибольший эффект от предварительной обработки семян бактериальным ЭПС проявлялся в отношении длины проростка и количества корней.

Список источников

1. Рысмухамбетова, Г. Е., Е. Н. Бухарова, Л. В. Карпунина Выделение полисахаридов из штаммов *Xanthomonas campestris* // Вавиловские чтения - 2005 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 118-й годовщине со дня рождения академика Николая Ивановича Вавилова. Саратов. 2005. С. 88-90.

2. Белоглазова, К.Е. Разработка пленочных покрытий на основе полисахаридов и перспективы их использования: дисс. ... канд. с.-х. наук. 03.01.06. Саратов, 2020. 123 с.

© Шьюрова А. А., Мельникова А. В., Ломакина А. М., Ляцева С. В., Карпунина Л. В., 2025

Ассоциативные болезни свиней: влияние коинфекций на здоровье, продуктивность и экономику

Кира Александровна Юрина, Валентина Анатольевна Федорова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных представляют собой глобальную проблему, оказывающую значительное влияние на здоровье поголовья и эффективность производства животноводческой продукции. В последнее время все большее значение приобретают ассоциативные инфекции, характеризующиеся взаимодействием нескольких патогенов, что приводит к более тяжелому течению заболеваний и осложняет их диагностику. Одним из широко распространенных заболеваний, возбудитель которого способен вступать в подобные ассоциации, является цирковирус свиней 2-го типа (ЦВС-2). Это требует особого внимания при разработке стратегий контроля и профилактики различных инфекций в свиноводстве.

Ключевые слова: ассоциативные инфекции, коинфекции, цирковирус, ЦВС-2

Associative diseases of pigs: the impact of coinfections for animal health, productivity and economy

Kira A. Yurina, Valentina A. Feodorova

Saratov State University for Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. Infectious diseases of farm animals are a global problem which has a significant impact for the health of livestock and efficiency of livestock production. Associative infections characterizing by a co-interaction of several pathogens, have become increasingly important, which leads to a more severe course of diseases and complicates their diagnostics. Porcine circovirus type 2 (PCV2) is one of the causative agents of widespread diseases that are capable for association with other pathogens. This requires a special attention in developing strategies for the control and prevention of various infections in pig farming.

Keywords: associative infections, coinfections, circovirus, PCV2

Инфекционные болезни (ИБ) на сегодняшний день широко распространены по всему миру. ИБ оказывают сильное влияние на сельское хозяйство и экономику, поскольку, распространяясь среди сельскохозяйственных животных

(СХЖ), приводят к снижению продуктивности и качества продукции, а также к падежу животных, что наносит прямой ущерб сельскохозяйственному сектору [2, 29]. Кроме того, следует учитывать и косвенные потери, такие как затраты на борьбу с ИБ, недополучение и снижение качества и рыночной стоимости животноводческой продукции [10].

Широкое распространение ИБ получили, в первую очередь, благодаря глобализации и повышению спроса на сельскохозяйственную продукцию, что способствовало интенсификации животноводства [15, 20]. Повышение плотности поголовья, развитие межгосударственной и внутригосударственной торговли, перемещение животных между сельскохозяйственными предприятиями, несоблюдение санитарных правил в отдельных хозяйствах, появление новых патогенов, в том числе, высоковирулентных и мутантных вариантов создают благоприятные условия для быстрого распространения инфекций [15].

Следует также отметить, что при диагностике ИБ не всегда учитывается возможность коинфекции животных несколькими инфекционными агентами. Как известно, в естественных условиях микроорганизмы довольно часто вступают в ассоциации, устанавливая между собой различные виды взаимоотношений - от симбиотических до антагонистических, что может влиять на течение ИБ, их клинические проявления и исход [3, 17]. Считается, что такие ассоциации на сегодняшний день широко распространены среди СХЖ, в свою очередь затрудняя диагностику, требуя комплексного подхода к лечению и, зачастую, обеспечивая снижение эффективности проводимых профилактических мероприятий, направленных на предотвращение заразных, в том числе, опасных ИБ животных [3].

Одним из таких возбудителей, способных вступать в ассоциации с другими инфекционными агентами, является цирковирус [14, 21].

Цирковирус относится к роду *Circovirus* семейства *Circoviridae* [8]. На сегодняшний день в этот род включено 49 видов цирковирусов, обладающих строгой видоспецифичностью, способных инфицировать различных целевых животных - свиней, собак, птиц и др. [8, 27].

Наибольшее значение для СХЖ представляют цирковирусы свиней. Согласно официальной статистике, цирковирус (ЦВС) широко распространен по всему миру и поражает как диких кабанов, так и домашних свиней, причиняя значительный ущерб животноводству [16, 32]. На сегодняшний день обнаружено и изучено 4 типа ЦВС, обладающих сходными патогенетическими и клиническими проявлениями [5, 16].

Цирковирус 1 типа (ЦВС-1) - часто обнаруживается у свиней, хотя считается непатогенным, поскольку не вызывает ИБ. Используется в основном как модель для изучения цирковирусов [1, 4].

Цирковирус 2 типа (ЦВС-2) - патогенный для свиней вирус, способный вызывать цирковирус-ассоциированные болезни (ЦВСАБ), приводящие к иммуносупрессии и повышенной восприимчивости животных к другим ИБ [1, 6, 25].

Цирковирус 3 типа (ЦВС-3) обнаружен относительно недавно. На фоне типичной для ЦВС иммуносупрессии, развитие заболевания связывают с поражением сердца, головного мозга, органов репродуктивной системы и, зачастую, внезапной гибелью свиней. Распространение и влияние ЦВС-3 на организм целевых животных продолжает активно изучаться [7, 18].

Цирковирус 4 типа (ЦВС-4) выявлен у свиней с признаками дерматита и нефрита. Патогенность и роль данного типа ЦВС в развитии ИБ свиней пока не до конца изучены и требуют дальнейших исследований [28].

Патогенез ЦВС основан на развитии иммуносупрессии в пораженном организме целевого животного, что делает его более восприимчивым к другим ИБ [30]. Инфицирование свиней происходит при попадании ЦВС в организм животного через дыхательные пути или пищеварительный тракт [8]. Затем вирус мигрирует в лимфоидную ткань - миндалины, лимфатические узлы и Пейеровы бляшки, реплицируется, вызывая их дисфункцию и дальнейшую гибель [8, 30].

ЦВС считается широко распространенным по всему миру, в том числе и на территории Российской Федерации [1, 4, 32]. Наиболее часто среди четырех типов ЦВС встречается ЦВС-2 [25, 27], который можно обнаружить в большинстве свиноводческих хозяйств [6, 9]. Учитывая влияние ЦВС на иммунную систему животных, в настоящее время активно изучается взаимодействие вируса с другими инфекционными агентами - возбудителями ИБ свиней [4, 8].

Зарегистрированные коинфекции с ЦВС-2 в различных странах мира представлены в таблице 1.

Согласно доступным литературным данным, при возникновении ассоциации ЦВС-2 с другими инфекциями довольно часто отмечается усиление патологического процесса и более тяжелое течение ИБ, что связано с вызванной цирковирусом у пораженного животного иммуносупрессией. Последнее, в свою очередь, может привести к более вероятному неблагоприятному исходу болезни [11, 16, 21–26, 31, 32].

Это подчеркивает важность дальнейшего изучения сочетанных инфекций, в частности, взаимодействия ЦВС-2 с другими инфекционным агентами. Выявление таких ассоциаций указывает на необходимость разработки диагностических, лечебных, а также профилактических мероприятий, с учетом возможного ко-инфицирования животных несколькими возбудителями вирусных или бактериальных ИБ СХЖ.

Таблица 1 - Зарегистрированные коинфекции с ЦВС-2 в разных странах мира (2018–2025 гг.)

Ассоциированные с ЦВС-2 инфекции	Выявляемость среди исследованных животных, %		Источник
	Страна	%	
Репродуктивно-респираторный синдром свиней			[15, 21]
	Россия (Ростовская область)	42,70	

	КНР	52,40	
	США	60,00	
Парвовирусный энтерит свиней	НД*		[15, 20, 21]
Пастереллез	НД		[15, 20]
Микоплазмоз	Бразилия	15,60	[14, 15]
Классическая чума свиней (КЧС)	НД		[21, 24]
Свиной грипп	США	1,90	[12, 21]
	Бутан (государственные фермы/ частный сектор)	73,00/37,00	
Болезнь Ауэски	КНР	18,75	[21]
Эпидемическая диарея свиней	Южная Корея	29,90	[18, 21]
	КНР	27,56	
<i>Torque teno virus (TTV)</i>	Испания	91,00	[21, 23, 26]
ЦВС-3	КНР	27,60-39,39	[13, 21]

Примечание. * - нет данных.

Список источников

1. Багрецова А. А. Диагностика и профилактика цирковиральной инфекции свиней // Молодежь и наука. - 2020. - № 11. - EDN CUXFRU.
2. Евглевский А. А., Паюхина М. А. Эпизоотическое положение и динамика по инфекционным болезням животных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. - № 1. - С. 68–69.
3. Красиков А. П., Рудаков Н. В., Заболотных М. В. Понятие паразитоценов, смешанных и ассоциативных инфекций животных // Вестник ОмГАУ. - 2016. - Том 24. - № 4. – С. 158–165.
4. Орлянкин Б. Г., Мишин А. М. Цирковиральные болезни свиней // Свиноводство. - 2010. - № 5. – С. 50–53. - EDN MSXIXP.
5. Плешакова В. И., Алексеева И. Г., Лещева Н. А. В книге: Вирусные и бактериальные болезни свиней. Часть I. Вирусные болезни свиней: учебное пособие // Омск: Омский ГАУ. — 2019. — С. 106–115.
6. Стаффорд В. В. цирковиральная инфекция свиней второго типа // RJOAS. - 2017. – Том 65. - № 5. – С. 306–309.
7. Стаффорд В. В., Стрельцова Я. Б., Аноятбеков М. А. Цирковиральная инфекция свиней. Обзорные данные // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я. Р. Коваленко. - 2018. – Том 80. - № 1. – С. 324–330.
8. Стрельцова Я. Б. Патогенетическая характеристика и идентификация иммунокомпетентных клеток в органах свиней при спонтанном инфицировании

цирковирусом второго типа: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: - Москва, 2023. - 24 с.

9. Balestrin E., Wolf J. M., Wolf L. M., Fonseca A. S. K., Ikuta N., Siqueira F. M., Lunge V. R. Molecular detection of respiratory coinfections in pig herds with enzootic pneumonia: a survey in Brazil // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. - 2022. - Vol. 34(2). - P. 310-313.

10. Chen H., Qing Y., Xu L., Zhu L., Yin W., Li S., Kuang S., Zhou Y., Xu Z. Prevalence and Molecular Characterization of Porcine Parvovirus 2 in Southwest China During 2020-2023 // *Veterinary Sciences*. - 2025. - Vol. 12(2). - P. 99.

11. Choi Y. K., Goyal S. M., Joo H. S. Retrospective analysis of etiologic agents associated with respiratory diseases in pigs // *The Canadian veterinary journal* - 2003. - Vol. 44(9). - P. 735-737.

12. Circoviruses (Infection with) // WOAHP URL: <https://www.woah.org/en/home/> (дата обращения: 22.12.2024).

13. da Silva R. R., da Silva D. F., da Silva V. H., de Castro A. M. M. G. Porcine circovirus 3: a new challenge to explore // *Frontiers in Veterinary Science*. - 2023. - Vol. 11. - P. 1448165.

14. Fèvre E. M., Bronsvoort B. M., Hamilton K. A., Cleaveland S. Animal movements and the spread of infectious diseases // *Trends in microbiology*. - 2006. - Vol. 14(3). - P. 125-131.

15. Fong I. W. Emerging Zoonoses: A Worldwide Perspective // In Book: *Animals and Mechanisms of Disease Transmission*. - 2017. - P. 15-38.

16. Hoarau A. O. G., Mavingui P., Lebarbenchon C. Coinfections in wildlife: Focus on a neglected aspect of infectious disease epidemiology // *PLoS Pathogens*. - 2020. - Vol. 16(9). - P. e1008790.

17. Jung K., Ha Y., Ha S. K., Kim J., Choi C., Park H. K., Kim S. H., Chae C. Identification of porcine circovirus type 2 in retrospective cases of pigs naturally infected with porcine epidemic diarrhoea virus // *The Veterinary Journal*. - 2006. - Vol. 171(1). - P. 166-168.

18. Krasnikov N., Rykova V., Kucheruk O., Komina A., Pchel'nikov A., Gulyukin A., Yuzhakov A. Genetic diversity of porcine circoviruses 2 and 3 circulating among wild boars in the Moscow Region of Russia // *Frontiers in Veterinary Science*. - 2024. - Vol. 11. - P. 372203.

19. Magnet A., Izquierdo F. Epidemiology of Wildlife Infectious Diseases // *Veterinary Sciences*. - 2023. - Vol. 10(5). - P. 332.

20. Maity H. K., Samanta K., Deb R., Gupta V. K. Revisiting Porcine Circovirus Infection: Recent Insights and Its Significance in the Piggery Sector // *Vaccines*. - 2023. - Vol. 11(8). - P. 1308.

21. Malik Y. S., Bhat S., Kumar O. R. V., Yadav A. K., Sircar S., Ansari M. I., Sarma D. K., Rajkhowa T. K., Ghosh S., Dhama K. Classical Swine Fever Virus Biology, Clinicopathology, Diagnosis, Vaccines and a Meta-Analysis of Prevalence: A Review from the Indian Perspective // *Pathogens*. - 2020. - Vol. 9(6). - P. 500.

22. Mei Y., Chen J., Chen Y., Hu C., Chen X., Guo A. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus Prevalence and Pathogenicity of One NADC34-like Virus Isolate Circulating in China // *Microorganisms*. - 2025. – Vol. 13(4). – P. 796.
23. Ouyang T., Zhang X., Liu X., Ren L. Co-Infection of Swine with Porcine Circovirus Type 2 and Other Swine Viruses // *Viruses*. - 2019. – Vol. 11(2). – P. 185.
24. Papageorgiou K., Stoikou A., Papadopoulos D. K., Tsapouri-Kanoula E., Giantsis I. A., Papadopoulos D., Stamelou E., Sofia M., Billinis C., Karapetsiou C., Petridou E., Kritas S. K. Pseudorabies Virus Prevalence in Lung Samples of Hunted Wild Boars in Northwestern Greece // *Pathogens*. - 2024. – Vol. 13(11). – P. 929.
25. Segalés J., Domingo M. Postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) in pigs. A review // *Veterinary Quarterly*. - 2002. – Vol. 24(3). – P. 109–124.
26. Subramanyam V., Hemadri D., Kashyap S.P., Hiremath J., Barman N.N., Ralte E.L., Patil S.S., Suresh K.P., Rahaman H. Detection of torque teno sus virus infection in Indian pigs // *Vet World*. - 2019. – Vol. 12(9). – P. 1467–1471.
27. Tegegne D., Tsegaye G., Aman S., Faustini G., Franzo G. Molecular Epidemiology and Genetic Characterization of PCV2 Circulating in Wild Boars in Southwestern Ethiopia // *Journal of Tropical Medicine*. - 2022. – Vol. 2022. – P. 5185247.
28. Wang D., Mai J., Yang Y., Xiao C. T., Wang N. Current knowledge on epidemiology and evolution of novel porcine circovirus 4 // *Veterinary research*. – 2022. – Vol. 53(1). – P. 38.
29. Wiethoelter A. K., Beltrán-Alcrudo D., Kock R., Mor S. M. Global trends in infectious diseases at the wildlife-livestock interface // *PNAS*. - 2015. – Vol. 112(31). – P. 9662-9667.
30. Zachary J. F. Pathologic Basis of Veterinary Disease // In Book: *Mechanisms of Microbial Infections*. - 2017. – P. 132-241. e1.
31. Zhai S. L., Chen S. N., Wei Z. Z., Zhang J. W., Huang L., Lin T., Yue C., Ran D. L., Yuan S. S., Wei W. K., Long J. X. Co-existence of multiple strains of porcine circovirus type 2 in the same pig from China // *Virology Journal*. - 2011. – Vol. 8. – P. 517.
32. Zhou N., Xing G., Zhou J., Jin Y., Liang C., Gu J., Hu B., Liao M., Wang Q., Zhou J. In Vitro Coinfection and Replication of Classical Swine Fever Virus and Porcine Circovirus Type 2 in PK15 Cells // *PLoS One*. - 2015. – Vol. 10(10). – P. e0139457.

© Юрина К. А., Федорова В. А., 2025

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аленькина С.А.</i> Анализ биотехнологического потенциала метаболитов ризобактерий – ассоциантов озимой пшеницы.....	3
<i>Азоян Д.Т.</i> Топленое масло в рубленых полуфабрикатах.....	7
<i>Альшевская М.Н., Кочина А.А.</i> Актуальность, риски и перспективы разработки растительных аналогов молочной продукции.....	11
<i>Бережной А.И.</i> Перспектива получения ценных порошковых продуктов на основе ботвы корнеплодов методом лиофилизации.....	17
<i>Бетехин К.Э., Машенцева Н.Г.</i> Пробиотические свойства <i>V. licheniformis</i> для использования в кормовых добавках.....	22
<i>Бондарев К.Д., Губарева Е.А., Слипченко Е.В.</i> Перспективы редактирования генома свиней и их применение в сельском хозяйстве.....	26
<i>Вольнова Е.Р., Лебедев М.С.</i> Определение оптимальных параметров ферментативной обработки пектинсодержащего сырья.....	31
<i>Вольников В.Р., Белякова Н.И., Рогожин В.В., Попова Е.З., Максимова В.Н., Глазкова Е.А., Комиссаров А.В., Волох О.А.</i> Экспериментальное обоснование возможности использования отхода производства холерной химической вакцины в качестве адсорбента при получении препарата для иммунодиагностики холеры.....	36
<i>Гаджиев М.Г., Магаррамова В.И., Мамедов М.Д.</i> Использование листьев тутового дерева в качестве альтернативного корма в животноводстве.....	40
<i>Галиева Ч.Р., Шарипов А.Р., Хайретдинова Ю.А.</i> Гигиена транспортировки пчел в Германии.....	46
<i>Генералов С.В., Перевозников Д.А., Савенкова А.А., Абрамова Е.Г.</i> Валидация метода определения активности антирабического иммуноглобулина в реакции нейтрализации на культуре клеток по показателю «линейность».....	51
<i>Гетманец В.Н.</i> Разработка технологии мягкого десертного сыра с черной смородиной.....	56
<i>Глазкова Е.А., Гумаюнова К.С., Комиссаров А.В., Овчинникова М.В., Гиненко Г.Н., Чубуков В.Д.</i> Влияние среды желудочного сока на выживаемость бактериофагов.....	62

<i>Глазкова Е.А., Гиненко Г.Н., Комиссаров А.В., Овчинникова М.В., Лобовикова О.А., Бадарин С.А., Бибиков Д.Н., Сеницына Н.В., Кириллова Т.Ю., Волосевич В.В., Никифоров А.К.</i> Тепловые характеристики диагностических чумных и псевдотуберкулезного бактериофагов.....	65
<i>Гродовская В.В., Кривилёва А.М., Салосятова Д.А., Николаева Ю.В., Тарасова В.В.</i> Анализ реологических свойств соусов с применением олеогелей.....	68
<i>Гулий О.И., Караваева О.А.</i> Фаговые антитела для индикации тетрациклина.....	73
<i>Гулий О.И., Зайцев Б.Д., Бородина И.А., Староверов С.А., Выршиков Р.Д., Козлов Е.С., Фурсова К.К., Бровка Ф.А., Дыкман Л.А.</i> Фаговые антитела и акустическая сенсорная система для индикации белков теплового шока.....	76
<i>Древко Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древко Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии аммиака	80
<i>Древко Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древко Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии аскорбиновой кислоты.....	83
<i>Древко Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древко Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии сульфата аммония.....	86
<i>Древко Я.Б., Козлова А.С., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древко Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных кремофор А-25 в присутствии метионина.....	89
<i>Дудицкий Н.В., Чурмасова Л.А.</i> Валидация аналитической методики количественного определения «Эпоэтина Альфа» методом ИФА.....	92
<i>Жигачева М.С., Древко Я.Б.</i> Мягкая лекарственная форма на основе альгината натрия, метилурацила, аллантоина и сока алоэ как перспективное ранозаживляющее средство.....	95
<i>Зыкина Е.А.</i> Кобылье молоко: уникальные свойства и биологическая ценность.....	99
<i>Зыкина Е.А.</i> Ферментация шрота: технология, преимущества и перспективы применения.....	103
<i>Исхакова З.Я.</i> Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения уролитиаза у кошек.....	107

<i>Кириллов А.Ю., Шмыкова В.О., Чупин Г.А., Тарасова В.В., Николаева Ю.В.</i> Технологические подходы производства мармелада с внесением концентрата хлореллы.....	112
<i>Кириченко Е.В.</i> Биотехнологии в сельском хозяйстве: современная ситуация и перспективы.....	118
<i>Козлов Е.С., Староверов С.А.</i> Методы диагностики неопластических заболеваний у мелких непродуктивных животных	122
<i>Колохина А.А., Вольнова Е.Р.</i> Влияние различных сред для культивирования на продукцию и гликозилирование моноклональных антител типа IgG1κ экспрессируемых клетками CHO-DG44.....	126
<i>Кондратьева Е.В., Кичемазова Н.В., Ларионова О.С., Федорова В.А.</i> Особенности пробоподготовки генетического материала бактериальных культур для геномного секвенирования на платформах 2-го и 3-го поколения.....	136
<i>Кравченко Н.В.</i> Исследование структурно-механических свойств полуфабриката на основе обезжиренного молока с использованием экстракта корня солодки.....	139
<i>Лучникова Д.И, Спряхина Т.В., Хапцев З.Ю., Иващенко С.В.</i> Способы хранения микроорганизмов – проблемы и перспективы.....	143
<i>Лысова К.Д., Алтынбеков О.М.</i> Сравнительная эффективность разных схем лечения мочекаменной болезни у кошек.....	149
<i>Мальков И.А., Холматов К.И., Бенцлер В.А., Салихов Р.Р., Авдеева Н.Г., Самохвалова Ю.И., Волох О.А.</i> Оценка эффективности питательных сред на основе панкреатического гидролизата казеина лабораторного изготовления для культивирования производственных штаммов <i>Vibrio cholera</i>	153
<i>Мельник Ю.Ю., Смирнова Е.А., Пигарева Ю.И.</i> Влияние различных концентраций патоки на рост и метаболические характеристики лактобактерий.....	158
<i>Нафиков М.М., Хузина Р.Р., Нафиков М.М.</i> Инфекционный перитонит кошек: диагностика и сравнение способов лечения.....	162
<i>Небогина Л.Р., Песочникова А.В., Ворновская А.М., Кичемазова Н.В., Федорова В.А.</i> Исследование антимикробной резистентности модельных штаммов возбудителей острых зоонозных инфекций.....	167
<i>Низамова А.В., Алтынбеков О.М.</i> Инфекционный перитонит кошек: диагностика и сравнение способов лечения.....	173

<i>Нурпеисова Т.С., Губарева Н.А., Николаенко С.Н.</i> Перспективы использования нанобиотехнологий в медицине.....	177
<i>Оглодина Д.Г., Зайцев С.С., Федорова В.А.</i> Биотехнологические аспекты изучения полиморфизма гена <i>hly</i> , кодирующего листериолизин О - кандидата для разработки препарата нового поколения для лабораторной диагностики листериоза сельскохозяйственных животных.....	182
<i>Павлова Н.А., Каширина Л.Г.</i> Влияние антиоксидантных препаратов на уровень витамина Е в организме сукозных коз.....	188
<i>Половинчук И.В., Нурпеисова Т.С., Николаенко С.Н., Губарева Н.А.</i> Использование биотехнологического метода производства амилолитических ферментов.....	194
<i>Савенкова А.А., Генералов С.В., Абрамова Е.Г., Шульгина И.В., Лобовикова О.А., Феськова А.С., Никифоров А.К.</i> Совершенствование метода контроля риванола в иммуноглобулине антирабическом из сыворотки крови лошади...	197
<i>Смутнев П.В., Плынин Н.М.</i> Применение сырья растительного происхождения для производства кисломолочного продукта функционального назначения.....	203
<i>Соколов И.Р., Каночкина М.С.</i> Разработка технологии напитка с пробиотическими свойствами на основе многокомпонентной закваски.....	208
<i>Сорокина С.В., Спряхина Т.В., Хапцев З.Ю., Иващенко С.В.</i> Биотестирование нефтезагрязненной почвы после обработки бактериальным консорциумом...	212
<i>Сусина В.А., Горшунова С.В., Древки Я.Б.</i> Исследование антимикробной активности наночастиц селена размером 4-6 нм стабилизированных поливинилпирролидоном.....	223
<i>Сусина В.А., Четверикова М.Ю., Древки Я.Б.</i> Исследование размера наночастиц селена, стабилизированных поливинилпирролидоном методом динамического рассеяния света.....	227
<i>Топурия Л.Ю.</i> Влияние хитинсодержащей кормовой добавки на белковый обмен у утят.....	231
<i>Топурия Л.Ю.</i> Содержание ферментов переаминирования в крови уток родительского стада при применении цеолита.....	236
<i>Фокина Н.А., Урядова Г.Т., Карпунина Л.В.</i> Влияние физико-химических свойств на практическое применение бактериальных экзополисахаридов.....	240

<i>Феськова А.С., Овчинникова М.В., Шульгина И.В., Лобовикова О.А., Кириллова Т.Ю., Савенкова А.А., Галетова С.С., Никифоров А.К.</i> Управления рисками при обращении медицинских изделий для диагностики <i>in vitro</i>	244
<i>Халиуллина Л.Д.</i> Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения отодектоза у кошек.....	249
<i>Ханевич О.Ю., Вашко Т.А.</i> Современные биотехнологические подходы к совершенствованию процессов кристаллизации и термической обработки шоколада.....	254
<i>Черненко Е.В., Гусева В.Е., Гавва Е.С.</i> Биотехнологии в сельскохозяйственном производстве: новые горизонты для устойчивого развития.....	259
<i>Честнова Ю.В., Холматов К.И., Вахрушина Н.И., Бенцлер В.А., Чалбушев М.М., Астафьева С.В.</i> Совершенствование технологии производства панкреатического гидролизата казеина.....	262
<i>Чумакова В.В., Молчанова Е.Н.</i> Нут как перспективный биотехнологический компонент для разработки функциональных продуктов питания: влияние на здоровье и инновационные методы обработки.....	268
<i>Чигвинцева Е.А.</i> Терапевтическая эффективность комплексных методов лечения послеродового эндометрита у коров.....	285
<i>Шевчук С.В.</i> Оценка оптимальности применения сульфата аммония, при выращивании сеянцев рододендрона японского (<i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suring.) в субстрате на основе перегнивающей древесины березы с признаками белой гнили.....	290
<i>Шиганов Д.А., Салаутин В.В.</i> Распространенность неврологических патологий у собак	299
<i>Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Я.Б., Древки Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных мальтодекстрином в этиленгликоле	302
<i>Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Древки Я.Б., Древки Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных мальтодекстрином в воде.....	305
<i>Шелковая А.А., Козлова А.С., Кузнецова Л.В., Демьяновская П.Д., Горшунова С.В., Ханадеев В.А., Древки Я.Б., Древки Б.И.</i> Синтез наночастиц селена стабилизированных поливинилпирролидоном.....	307

<i>Шьюрова А.А., Мельникова А.В., Ломакина А.М., Лящева С.В., Карпунина Л.В.</i> Влияние экзополисахарида <i>Xanthomonas campestris</i> на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы	309
<i>Юрина К.А., Федорова В.А.</i> Ассоциативные болезни свиней: влияние коинфекций на здоровье, продуктивность и экономику	312

Научное издание

ЗЫКИНСКИЕ ЧТЕНИЯ

Материалы

**Национальной научно-практической конференции, посвященной
памяти доктора медицинских наук, профессора Леонида Федоровича
Зыкина**

Электронное издание

Адрес размещения: <https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2025-g>

Размещено 04.07.2025 г.

ISBN 978-5-7011-0882-8



Компьютерная верстка *Т.В. Спирихина, С.В. Горшунова*

Объем данных: 11,5 Мбайт. Аналог печ. л. 20,25

Формат 60×84 1/16. Заказ №882

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии им. Н.И. Вавилова»**

Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.
