УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе ДВФУ
_____ А.В. Емельянов
«_11_» _____ 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) на диссертационную работу Серазетдиновой Юлии Ренатовны на тему «Биотехнологический потенциал ростостимулирующих ризобактерий и разработка препарата комплексного действия на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (биологические науки)

Актуальность темы исследования

Обеспечение продовольственной безопасности, развитие отечественных биотехнологий и повышение эффективности агропромышленного производства относятся к приоритетным направлениям государственной политики Российской Федерации. В контексте реализации национальных проектов «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» и «Технологическое обеспечение биоэкономики» особую значимость приобретает разработка биотехнологических решений, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и рациональное использование биологических ресурсов. Правовые основы производства органической продукции установлены Федеральным законом от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Интенсификация растениеводства, основанная на возрастающем применении минеральных удобрений и химических средств защиты растений, сопряжена с риском загрязнения почв и водных объектов, накопления нитратов и остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции. Необходимость сочетания высокой продуктивности культур с экологической устойчивостью агроэкосистем определяет актуальность биологизации земледелия, предусматривающей использование биологических процессов для оптимизации питания, роста и развития растений.

Одним из перспективных направлений биологизации является создание препаратов на основе ростостимулирующих бактерий с комплексом агрономически значимых свойств. Использование этих свойств при разработке микробных препаратов создаёт предпосылки для повышения эффективности минерального питания и стимулирования роста растений. В этой связи исследование биотехнологического потенциала ростостимулирующих бактерий и научное обоснование создания препаратов на их основе представляют актуальное направление развития природоподобных агротехнологий, использующих естественные механизмы взаимодействия микроорганизмов и растений.

Структура и объём диссертации, оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 231 странице машинописного текста и включает введение (с. 4–9), литературный обзор (с. 10–40), методологическую часть, содержащую описание организации выполнения работы и схемы эксперимента, объектов исследования, используемых материалов, реактивов, оборудования и методов исследования (с. 41–67), три главы экспериментальной части, посвящённые изучению культурально-морфологических и биотехнологических свойств ризобактерий (с. 68–103), конструированию и лабораторной апробации микробных консорциумов (с. 104–127), исследованию генетических свойств перспективных штаммов и сопоставлению фенотипических, геномных и транскриптомных данных (с. 128–159), описание практической реализации результатов исследования, в частности подбора параметров получения биопрепарата комплексного действия, а также оценки его качества и безопасности (с. 160–180), результаты и выводы (с. 181–182), список используемых источников (с. 183–221), включающий 307 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. В четырёх приложениях (с. 222–231) приведены титульные листы отчётов о выполнении государственного задания по теме «Исследование потенциала ростостимулирующих бактерий для повышения агрономической биофортификации пшеницы» (шифр FZSR-2024-0009), в рамках которого проводились отдельные этапы диссертационной работы; диплом победителя программы «Студенческий стартап» Фонда содействия инновациям; копии патентов Российской Федерации на изобретения № 2850674 и № 2861018; техническая документация на разработанный биопрепарат (ТУ 20.20.19-319-02068309-2026, ТИ ТУ 20.20.19-319-02068309-2026).

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат диссертационной работы изложен на 18 страницах. Автореферат отражает основные положения диссертационной работы. По содержанию, объему и структуре соответствует установленным требованиям.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Личный вклад соискателя является определяющим на всех этапах исследования. Автором осуществлены анализ научной литературы, постановка цели и задач исследования совместно с научным руководителем, отбор и характеристика 15 коллекционных штаммов, проведение микробиологических и физиолого-биохимических экспериментов, статистическая обработка и ранжирование показателей ростостимулирующей и антагонистической активности. Соискателем лично проведены работы по оценке биосовместимости штаммов, конструированию семи микробных консорциумов, исследованию их активности *in vitro* и лабораторной апробации на трех сортах яровой мягкой пшеницы. Автор принимал участие в подготовке биологического материала для геномного и транскриптомного анализа, интерпретации биоинформатических данных и сопоставлении фенотипических, геномных и транскриптомных результатов. Личный вклад соискателя также включает подбор параметров культивирования биопрепарата, оценку показателей качества и безопасности, экономические расчеты, подготовку публикаций, патентов, технических условий и технологической инструкции.

Личный вклад соискателя подтверждается 24 публикациями, в том числе 8 статьями в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, 4 публикациями в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 2 патентами на изобретения, апробацией результатов на международных и всероссийских конференциях, а также участием в выполнении государственного задания и проекта «Студенческий стартап».

Достоверность результатов проведенных исследований и апробация

Достоверность результатов определяется использованием взаимодополняющих микробиологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических методов исследования, а также статистической обработкой экспериментальных данных. Эксперименты воспроизводились в трехкратной повторности. Для определения статистической значимости

полученных результатов применяли однофакторный дисперсионный анализ ANOVA.

По материалам диссертационного исследования опубликованы 24 работы, в том числе 8 публикаций в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, и 4 публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК; получены 2 патента на изобретения. Представленные сведения о публикационной активности свидетельствуют о последовательном представлении результатов исследования научному сообществу.

Поставленные автором цель и задачи выполнены в полном объеме, что позволяет считать диссертационную работу Серазетдиновой Ю.Р. законченным научным трудом.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертации определяется развитием научных основ формирования бактериальных консорциумов для создания биопрепаратов комплексного действия. Совместное рассмотрение физиолого-биохимических характеристик, геномных и транскриптомных данных позволило обосновать перспективность сочетания штаммов ризобактерий с учётом их функционального взаимодополнения. Полученные результаты углубляют представления о молекулярных предпосылках ростостимулирующей активности ризобактерий, включая особенности биосинтеза биологически активных соединений, энергетического обмена и стрессоустойчивости, и формируют основу для отбора микроорганизмов при конструировании микробных препаратов.

Практическая значимость работы связана с разработкой биопрепарата для предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы и определением технологических условий его получения. Экспериментально обосновано использование консорциума на основе штаммов ризобактерий (*Priestia aryabhattai*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas chlororaphis*), ростостимулирующее действие которого оценено в лабораторных опытах на трёх сортах пшеницы.

Установлены состав питательной среды и режимы культивирования, обеспечивающие накопление биомассы при сохранении функциональной активности микроорганизмов. Подготовленная техническая документация (ТУ 20.20.19-319-02068309-2026, ТИ ТУ 20.20.19-319-02068309-2026), а также экономическая оценка производства создают предпосылки для дальнейшего технологического освоения разработки.

Научная новизна результатов исследования

Научная новизна работы не ограничивается комплексным скринингом коллекционных штаммов. На основе полногеномного и транскриптомного анализа у коллекционных штаммов бактерий впервые выявлены генетические детерминанты и биосинтетические кластеры, потенциально определяющие ростостимулирующую и биоконтрольную активность этих штаммов, в том числе кластеры биосинтеза сурфактина, фенгицина, бациллаена, бациллибактина, субтилозина А и бацилизина у *B. subtilis*; пирролнитрина, феназинов, сидерофоров, липопептидов и цианистого водорода у *P. chlororaphis*; NIS-сидерофорный, каротиноидный и паэниланоподобный кластеры у *P. aryabhattai*. Проведено сопоставление фенотипических, геномных и транскриптомных данных, обосновывающее функциональную комплементарность штаммов в составе консорциума.

Впервые экспериментально обоснован состав трехкомпонентного консорциума *Priestia aryabhattai*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas chlororaphis* в соотношении 2:1:1, обеспечивающий комплексное ростостимулирующее и биоконтрольное действие. Получены новые данные о сортоспецифичном влиянии ризобактерий и их консорциумов на морфометрические, физиолого-биохимические показатели, содержание фотосинтетических пигментов и накопление азота у яровой мягкой пшеницы сортов «Сибирский Альянс», «Памяти Афродиты» и «Надежда Кузбасса». Установлены рациональные параметры культивирования биопрепарата и доза внесения 2 дм^3/т, обеспечивающие сохранение функциональной активности и отсутствие цитотоксичности в тесте на клетках HEK293T при концентрации культуральной жидкости 1 %.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Тематика и содержание диссертации соответствуют пунктам 10, 13, 18 и 21 научной специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ и заявленным в работе ее паспорта.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

При анализе диссертации выявлены следующие вопросы и замечания:

1. В работе не определено, что понимается под «высоким выходом биомассы»: в каких единицах он оценивается и относительно какого контроля. Кроме того, накопление общего азота на безазотной среде не является доказательством азотфиксации, а наличие АЦК-дезаминазы у

исследуемых изолятов не подтверждено геномно-транскриптомными данными. Необходимо уточнить количественные критерии выхода биомассы и указать, какие фенотипические признаки имеют прямое молекулярно-генетическое подтверждение; пояснить, почему для оценки азотфиксации не использован более специфичный тест.

2. Требует пояснения переидентификация штаммов *Ensifer meliloti* В-219, *Ensifer mexicanus* В-4064 и *Rhizobium tropici* В-216 как *Priestia aryabhattai*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas chlororaphis* соответственно. Проводились ли контроль чистоты культур, окраска по Граму и анализ 16S рРНК/MLSA? Не связана ли смена таксономии с контаминацией при пробоподготовке к секвенированию или с ошибкой паспортизации штаммов?

3. При оценке срока годности учитывается только общий титр микроорганизмов. Для трёхкомпонентного препарата важно подтвердить сохранение заданного соотношения штаммов 2:1:1 и функциональной активности консорциума – ростостимулирующей и антагонистической – в течение заявленного срока хранения.

4. Для удобства сопоставления экспериментальной и молекулярно-генетической частей исследования было бы полезно представить соответствие между выявленными функциональными свойствами штаммов и характеризующими их генетическими признаками в обобщённом виде.

5. Проводилось ли исследование разработанного препарата в полевых условиях?

6. Для каких функциональных признаков исследованных штаммов установлено наиболее выраженное соответствие между фенотипическими, геномными и транскриптомными данными?

7. В дальнейшем рекомендуется проведение более комплексной оценки разработанного препарата, в частности оценка влияния на микробиом почв и нецелевые организмы.

Указанные вопросы и замечания имеют уточняющий и рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы, её научной и практической значимости.

Заключение по диссертационной работе

Содержание представленных результатов и выводов позволяет заключить, что, диссертационное исследование Серазетдиновой Юлии Ренатовны на тему «Биотехнологический потенциал ростостимулирующих ризобактерий и разработка препарата комплексного действия на их основе» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от

24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Серазетдинова Юлия Ренатовна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены на расширенном заседании Базовой кафедры пищевой и клеточной инженерии Факультета агропищевых биотехнологий и пищевой инженерии Передовой инженерной школы «Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем» Дальневосточного федерального университета с участием сотрудников кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов и лаборатории морской микробиологии Института Мирового океана (Школы) Дальневосточного федерального университета, протокол № 14 от «05» ноября 2026 г. На заседании присутствовало 18 человек.

Декан Факультета агропищевых биотехнологий и пищевой инженерии Передовой инженерной школы «Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», кандидат технических наук, доцент — Лях Владимир Алексеевич

Профессор кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов, заведующий Научно-исследовательской лабораторией морской микробиологии Института Мирового океана (Школы), кандидат биологических наук — Богатыренко Елена Александровна

Контактные данные:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10.
Тел.: 8 (423) 265-24-29; 8 (423) 243-34-72.
e-mail: rectorat@dvfu.ru

Подпись Лях В.А., Богатыренко Е.А.
удостоверяю начальник отдела кадрового делопроизводства ДВФУ
"10" ноября 2026