ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук, доцента Самбыла Чойган Николаевны 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

Актуальность темы исследования. Актуальность диссертации Серазетдиновой Юлии Ренатовны обусловлена необходимостью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, а также сохранением плодородия почв и экологической устойчивости агроэкосистем. Избыточное и несбалансированное применение минеральных удобрений сопряжено с нарушением баланса биогенных элементов и закислением почв. Известно, что миграция в грунтовые воды соединений азота и фосфора повышает риск загрязнения водных ресурсов и эвтрофикации водоемов. Экологические риски применения химических средств защиты растений связаны с сохранением остаточных количеств действующих веществ и продуктов их трансформации в окружающей среде, распространением за пределы обрабатываемых участков, а также воздействием на нецелевые организмы. Пестициды способны изменять структуру почвенных микробных сообществ, угнетая полезные группы микроорганизмов, участвующих в круговороте элементов питания и формировании растительно-микробных взаимодействий. Указанные недостатки химических средств защиты растений и минеральных удобрений обуславливают необходимость совершенствования агротехнологий, направленных на повышение урожайности и качества продукции при рациональном использовании агрохимических средств и снижении экологической нагрузки.

Перспективным направлением решения данных задач является биологизация земледелия, предусматривающая использование функционального потенциала почвенных микроорганизмов для улучшения питания, роста и развития растений. Особый интерес представляют ростостимулирующие ризобактерии, способные фиксировать атмосферный азот, мобилизовать труднодоступные соединения фосфора и калия, синтезировать фитогормоны, сидерофоры и другие биологически активные вещества. Применение таких микроорганизмов в составе биопрепаратов позволяет повысить доступность элементов минерального питания сельскохозяйственных культур, а также обеспечить защиту от фитопатогенов. В свою очередь разработка эффективных микробных препаратов требует научно обоснованного отбора штаммов, комплексной оценки их функциональных свойств и определения условий сохранения биологической активности при производстве, хранении и применении.

Научная новизна исследования. Изучены биотехнологические характеристики 15 штаммов микроорганизмов, в частности способность продуцировать фитогормоны, сидерофоры, солюбилизировать фосфаты и цинк, образовывать биопленки,

потенциально способствующих устойчивой колонизации корневой поверхности растений, антагонистическое действие в отношении фитопатогенов. Методами молекулярно-генетического анализа получены данные о механизмах ростостимулирующей и антагонистической активности перспективных штаммов *Priestia aryabhattai*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas chlororaphis.* Получены новые данные о влиянии консорциумов ризобактерий и штаммов, входящих в их состав, на яровую мягкую пшеницу сортов Сибирский Альянс, Памяти Афродиты и Надежда Кузбасса.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость определяется вкладом в развитие научных представлений о метаболическом потенциале ростостимулирующих ризобактерий и молекулярно-генетических механизмах их биотехнологических свойств. Установленные особенности дополняют представления о ризобактериях как продуцентах биологически активных соединений и формирует научную основу для обоснованного выбора микробных компонентов при разработке препаратов комплексного действия.

Практическая значимость исследования определяется созданием и апробацией биопрепарата на основе консорциума ризобактерий *Priestia aryabhattai*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas chlororaphis*. Установленные параметры культивирования могут быть использованы при разработке технологических регламентов получения биопрепарата в промышленных условиях. Прикладное значение полученных результатов подкреплено разработкой технической документации и оценкой экономической эффективности производства.

Достоверность и обоснованность основных научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе. Достоверность результатов исследования подкрепляется соответствием выбранных методов поставленным задачам и комплексным применением микробиологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических подходов. Эксперименты осуществлялись в трехкратной повторности, статистическую обработку данных осуществляли с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

Положительной оценки заслуживает высокая публикационная активность автора. По материалам работы опубликованы 24 печатные работы, в том числе 8 статей в рецензируемых изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, и 4 статьи в журналах, включенных в перечень ВАК.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует научной специальности 4.3.5 «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ». Представленные в диссертации исследования соотносятся с направлениями исследований, обозначенными в пунктах 10, 13, 18 и 21 паспорта специальности, на которые ссылается автор.

Анализ содержания диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 231 странице и включает шесть глав, список использованных источников и 4 приложения. Материал исследования представлен в 44 таблицах и 66 рисунках. Библиографический список содержит 307 источников, из которых доля отечественных публикаций составляет около 30 %. Материал диссертации структурирован и изложен последовательно. Содержание глав соответствует цели и задачам исследования.

Во введении обоснована актуальность темы, охарактеризована степень ее научной разработанности, определены цель и задачи исследования. Представлены положения научной новизны, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу научных представлений о функциональной роли ростостимулирующих ризобактерий и перспективах их использования в сельскохозяйственной биотехнологии. Систематизированы сведения о механизмах стимулирования роста растений, микробной мобилизации элементов питания, продуцирования фитогормонов и сидерофоров, а также ингибирования фитопатогенов. Рассмотрены ограничения применения микробиологических препаратов, связанные с условиями окружающей среды и необходимостью сохранения жизнеспособности микроорганизмов и их функциональной активности.

Во второй главе приведена характеристика объектов исследования, описаны методы исследования. Изложены методы определения культурально-морфологических и функциональных свойств штаммов, оценки их совместимости, проведения геномных и транскриптомных исследований. Описаны условия лабораторной апробации консорциумов, подходы к подбору параметров получения препарата, оценке цитотоксичности и сохранности жизнеспособных клеток при хранении. Представлены методы статистической обработки экспериментальных данных.

Третья глава содержит результаты комплексной характеристики исследуемых штаммов ризобактерий. Наряду с культурально-морфологическими признаками изучены накопление общего азота, образование аммиака, солюбилизация фосфатов и соединений цинка, продукция фитогормонов и сидерофоров, способность к формированию биопленок. Определена антагонистическая активность в отношении тест-культур фитопатогенных грибов и бактерий. Совокупная оценка ростостимулирующих и антагонистических свойств использована для ранжирования 15 штаммов ризобактерий. В результате исследований отобраны перспективные штаммы для последующего конструирования консорциумов.

В четвертой главе проведена оценка биосовместимости штаммов ризобактерий. На основании полученных результатов сформировано семь консорциумов ризобактерий, для которых изучены способность к накоплению общего азота, продуцированию аммиака, индолил-3-уксусной и гиббереллиновой кислот, сидерофоров, солюбилизации фосфатов, а также антагонистическая активность в отношении фитопатогенов. Наиболее перспективные консорциумы К4 (*Ensifer meliloti* В-219, *Ensifer mexicanus* В-4064 и *Rhizobium tropici* В-216 в соотношении 1:1:3) и К5

(*Ensifer meliloti* B-219, *Ensifer mexicanus* B-4064 и *Rhizobium tropici* B-216 в соотношении 2:1:1) отобраны для лабораторной апробации на сортах пшеницы Сибирский Альянс, Памяти Афродиты и Надежда Кузбасса. Наибольшую эффективность в лабораторных условиях продемонстрировал консорциум К5.

Пятая глава описывает результаты полногеномного секвенирования, а также анализа транскрипционного профиля перспективных штаммов. Уточнена их таксономическая принадлежность к видам *Priestia aryabhattai* (*Ensifer meliloti* B-219), *Bacillus subtilis* (*Ensifer mexicanus* B-4064) и *Pseudomonas chlororaphis* (*Rhizobium tropici* B-216). Охарактеризованы гены и биосинтетические кластеры, потенциально связанные с метаболической активностью, стрессоустойчивостью, транспортом питательных веществ и образованием вторичных метаболитов.

Шестая глава раскрывает прикладные результаты исследования. Обоснованы состав питательной среды, температурный режим и продолжительность культивирования с учетом накопления биомассы и продуцирования метаболитов. Определена рациональная норма предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы. Представлены показатели качества и безопасности биопрепарата, а также оценка его экономической эффективности.

В заключении сформулированы выводы, соответствующие поставленным исследовательским задачам. Приложения содержат дополнительные документы, характеризующие работу. Основные положения и результаты исследования, изложенные в диссертации, нашли полное отражение в автореферате.

Вопросы и замечания к диссертации. При общей положительной оценке диссертационной работы считаю необходимым обозначить отдельные вопросы и замечаниях, возникших при её рассмотрении:

1. Эффективность разработанного биопрепарата оценена преимущественно по показателям прорастания семян и начального развития растений в лабораторных условиях. Отсутствие результатов полевого эксперимента ограничивает возможность оценки влияния препарата на формирование урожая и качество зерна.

2. Что принималось за независимую экспериментальную единицу при статистической обработке морфометрических показателей растений?

3. Какой промежуток времени между предпосевной обработкой семян и посевом автор считает допустимым?

4. Чем автор объясняет разную выраженность влияния консорциума ризобактерий на содержание азота в надземной части исследованных сортов яровой мягкой пшеницы?

5. Для получения биопрепарата рекомендована продолжительность культивирования 22–24 ч. Совпадало ли достижение максимальной биомассы с наибольшим содержанием метаболитов в культуральной жидкости?

6. Результаты оценки антогонистической активности штаммов в отношении фитопатогенов целесообразно было бы апробировать на семенах и растениях яровой мягкой пшеницы, что позволило бы оценить более полно биотехнологический потенциал разработанного биопрепарата.

Заключение о соответствии работы критериям положения о присуждении ученой степени кандидата биологических наук. Диссертация Серазетдиновой Юлии Ренатовны «Биотехнологический потенциал ростостимулирующих ризобактерий и разработка препарата комплексного действия на их основе» характеризуется комплексным подходом к исследованию биологических свойств ризосферных микроорганизмов и возможностей их практического использования. Научную ценность работы определяют результаты изучения физиолого-биохимических и молекулярно-генетических особенностей исследуемых штаммов, закономерностей их взаимодействия в составе микробных консорциумов, а также влияние биопрепарата на рост и развитие яровой мягкой пшеницы. Представленные материалы свидетельствуют о достаточной глубине проработки исследуемой проблемы, обоснованности основных научных положений и значимости выполненной работы для развития сельскохозяйственной микробиологии и биотехнологии.

С учетом изложенного диссертация Серазетдиновой Юлии Ренатовны соответствует требованиям пунктов 9–14 постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в действующей редакции). Серазетдинова Юлия Ренатовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:
Доктор биологических наук, доцент,
временно исполняющий обязанности
директора Кемеровского НИИСХ –
филиала СФНЦА РАН Самбыла Чойган Николаевна

13.11.2026

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук.
Контакты: +7 (929) 317-08-02, sambylacn@sfsca.ru.