



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
(УФИЦ РАН)

450054, г. Уфа, проспект Октября, 71. Тел./факс: (347) 235-60-22, 284-56-52, e-mail: presidium@ufaras.ru, presid@anrb.ru

Код организации 81, ОГРН 1030204207582, ИНН 0274064870, КПП 027601001

03.02.2026 № 17101-9311-123

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федерального
государственного бюджетного научного
учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра
Российской академии наук

д.б.н. Мартыненко
Василий Борисович

«03» февраля 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского
федерального исследовательского центра Российской академии наук
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации**

Диссертационная работа Ласточкиной Оксаны Владимировны «Механизмы регуляции устойчивости растений к абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn» выполнена в лаборатории молекулярных механизмов устойчивости растений к стрессам Института биохимии и генетики – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИЦ РАН) и на кафедре биохимии, биотехнологии и физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертационной работы соискатель Ласточкина Оксана Владимировна работала в Башкирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (с 2018 г. в Башкирском научно-исследовательском институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (БНИИСХ УФИЦ РАН)) в должностях научного сотрудника и старшего научного сотрудника лаборатории растительно-микробных взаимодействий (2011-2018 гг.); в Институте биохимии и генетики УФИЦ РАН в должностях научного сотрудника, старшего научного сотрудника,

заведующего лабораторией молекулярных механизмов устойчивости растений к стрессам с 2018 г.; в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в должности доцента кафедры биохимии и биотехнологии (по совместительству) с 2024 г.

В настоящее время работает старшим научным сотрудником лаборатории молекулярных механизмов устойчивости растений к стрессам, заместителем директора по научной работе Института биохимии и генетики УФИЦ РАН, доцентом кафедры биохимии, биотехнологии и физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

В 2007 г. окончила с отличием Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Башкирский государственный аграрный университет с присуждением квалификации «Ученый агроном» по специальности Агрономия.

В 2011 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Роль гормональных интермедиатов в проявлении антистрессового действия природных регуляторов роста на растения пшеницы» по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений в диссертационном совете Д 212.013.11 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет».

По результатам рассмотрения диссертации «Механизмы регуляции устойчивости растений к абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Выполненная Ласточкиной О.В. работа имеет большое научное значение, поскольку расширяет знания о фундаментальных физиолого-биохимических механизмах формирования стресс-устойчивости важнейших агрокультур, включая мягкую пшеницу с контрастными стратегиями засухоустойчивости при инокуляции эндофитными рост-стимулирующими (PGP, Plant Growth-Promoting) бактериями *B. subtilis*. Кроме того, в работе изучен геном штамма эндофитной PGP-бактерии *B. subtilis* 10-4 и выявлены ключевые детерминанты проявления антифунгальной, рост-регулирующей и антистрессовой активностей на уровне фенотипа растений-хозяев, что углубляет понимание молекулярных основ формирования эффективных растительно-микробных взаимодействий.

Актуальность работы

Основная цель научных исследований в области физиологии и биохимии растений направлена на поиск подходов к повышению продуктивности хозяйственно-ценных культур в активно меняющихся условиях окружающей среды, который, имеет определенные пределы, в частности, ограниченные геномным составом самих растений и ресурсной базой ценоза. Эти ограничения можно преодолеть путем формирования растительно-микробных мутуалистических взаимоотношений. Конструируя высокопродуктивную холобионтную систему с использованием отобранных эндофитных штаммов микроорганизмов, можно укрепить адаптивный потенциал растений в ценозах, индуцируя их фитоадаптивные свойства и повышая биологический потенциал культуры.

Диссертационная работа посвящена анализу роли эндофитной микрофлоры (на примере штамма бактерии *B. subtilis* 10-4) в формировании у растений пшеницы

устойчивости к абиотическим стрессовым факторам, вызывающим обезвоживание. Актуальность исследований, связанная с использованием эндофитной бактерии в качестве биостимулянта растений пшеницы, несомненна. Эндофитные PGP-бактерии *B. subtilis*, колонизирующие внутренние ткани растений и положительно влияющие на общий метаболизм изнутри, и к тому же общепризнанные безопасными (GRAS, Generally Recognized as Safe) для применения в пищевой промышленности, являются перспективным природным ресурсом для повышения стресс-устойчивости/продуктивности агрокультур. Однако их применение ограничивается нестабильностью действия, обусловленной пробелами в понимании механизмов взаимодействия в системе «растение-микроорганизм» в стрессовых условиях, включая видо- и сортоспецифичность, влияние на пролонгированную адаптацию к комбинированным стрессам, качество продукции, а также разрыв между фенотипическими проявлениями и генетическим потенциалом бактерий. Особый интерес представляет исследование сигнальных путей у растений пшеницы с разными стратегиями адаптации к засухе (лесостепного западносибирского и степного волжского агроэкологических групп (экотипов), представляющих Западную Сибирь и Поволжье – крупнейшие регионы-производители яровой пшеницы в России). Важную роль играет раскрытие особенностей влияния эндофитных PGP-бактерий на ключевые физиолого-биохимические процессы растений в стрессовых условиях: баланс фитогормонов, функционирование компонентов антиоксидантной системы и аскорбат-глутатионового цикла, фотосинтетическую активность (параметры флуоресценции хлорофилла, состояние устьиц), барьерные свойства клеточных стенок корней. Неясными остаются вклад сигнальных молекул салициловой кислоты (СК), гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) в эндофит-индуцированную адаптацию и стресс-устойчивости растений. Мало известно о влиянии эндофитов на биохимический состав растительной продукции, что также требует пристального внимания. Хотя секвенирование геномов стало обычной практикой, молекулярно-генетические основы эффективного взаимодействия растений и PGP-бактерий при стрессах изучены фрагментарно. Функциональный геномный анализ необходим для расшифровки молекулярных механизмов и создания прогностических моделей для отбора эффективных штаммов. Четкое понимание фундаментальных биохимических, физиологических и молекулярных механизмов действия эндофитных PGP-бактерий *B. subtilis* чрезвычайно важно для полного раскрытия их потенциала как биостимулянтов, обеспечивающих устойчивую продуктивность и защиту агрокультур от доминирующих абиотических стресс-факторов среды, в большинстве случаев, вызывающих обезвоживание, что особенно актуально в условиях меняющегося климата.

Выделенным научным проблемам, малоизученным областям и не исследованным ранее аспектам посвящено диссертационное исследование О.В. Ласточкиной «Механизмы регуляции устойчивости растений к абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn», лежащее в русле современных мировых тенденций. В работе впервые комплексно изучено влияние эндофитных PGP-бактерий *B. subtilis* на ранее не изученные физиолого-биохимические и молекулярные механизмы адаптации растений пшеницы с контрастными стратегиями засухоустойчивости, установлены связи между геномным потенциалом бактерий и их фенотипическими проявлениями на растениях-хозяевах в нормальных и стрессовых условиях произрастания.

Личный вклад автора

Направление исследования, цели и задачи исследования определялись лично автором. Подбор модельных объектов, постановка лабораторных и полевых экспериментов осуществлялись лично автором или при его непосредственном участии. Автором получены,

проанализированы и обобщены основные результаты исследований, написан текст диссертации и автореферата, разработана концепция физиолого-биохимических и молекулярных механизмов опосредованной эндофитными бактериями *B. subtilis* устойчивости к обезвоживанию у растений пшеницы с контрастными стратегиями адаптации к засухе. В работе использованы статьи, опубликованные как в соавторстве с коллегами, так и лично автором.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов исследования определяются научно-обоснованными методическими подходами и адекватностью применяемых методик целям и задачам исследования. Все эти требования в диссертационной работе соблюдены в полной мере, приведенные автором научные данные объективны и достоверны, а сделанные на их основе выводы вполне обоснованы.

Эксперименты по исследованию морфофизиологических, физиолого-биохимических, молекулярных механизмов адаптации и стресс-устойчивости растений проводились на базе ИБГ УФИЦ РАН, БНИИСХ УФИЦ РАН и УУНИТ (г. Уфа). Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и практические рекомендации основаны на данных, представленных в приведенных таблицах и рисунках и отражены в публикациях. Основные результаты диссертационной работы были представлены в виде устных и стендовых докладов, а также в материалах на: Международном Симпозиуме «Биохимия – основа наук о жизни» (Казань, 2013), VII и XI Всероссийских с международным участием Конгрессах молодых ученых-биологов «СимбиозРоссия» (Екатеринбург, 2014, Пермь, 2019), 4th International Symposium «Plant Signaling and Behavior» (Санкт-Петербург, 2016), VII Международной научно-практической конференции «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты)» (Крым, 2016), II и III Международных Симпозиумах «Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений» (Уфа, 2017, Екатеринбург, 2021), Международных научных конференциях PLAMIC2018, PLAMIC2020, PLAMIC2022 «Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего» (Уфа, 2018, Саратов, 2020, Санкт-Петербург, 2022), 3rd Global Congress on Plant Biology and Biotechnology (Сингапур, 2019), 10th International Conference «Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability2019» (Санкт-Петербург, 2019), International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life» (Словакия, 2019), IX и X Съездах Общества Физиологов Растений России «Физиология растений – основа создания растений будущего» (Казань, 2019) и «Биология растений в эпоху глобальных изменений климата» (Уфа, 2023), 4th Edition of Global Conference on Plant Sciences and Molecular Biology (Великобритания, 2019), ICABBBE 2019: International Conference on Agricultural, Biotechnology, Biological and Biosystems Engineering (ОАЭ, 2019), Международной научно-практической конференции «Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах» (Симферополь, 2020), IESPS: 1st International Electronic Conference on Plant Science (MDPI, Switzerland, 2020), Congress on Plant Biology Europe 2021 (PBE2021) (Италия, 2021), 7th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS2021), 4th International Conference on Applied Biochemistry and Biotechnology (ABB2021) (Китай, 2021), V Российском симпозиуме с международным участием «Cell Signaling: Conclusions and Perspectives» (Казань, 2021), 5th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Quality of Life and Spiritual Human Development» (Словакия, 2021), International e-Conference on Postharvest Disease Management and Value Addition of Horticultural Crops (Индия, 2021), III Всероссийской научной конференции с международным участием «Современные проблемы биохимии, генетики и

биотехнологии» (Уфа, 2021), 2nd International Wheat Congress (Китай, 2022), 4th – 5th International Conferences on Soil Remediation and Plant Protection (SRPP2023, SRPP2024) (Санья, Китай, 2023, 2024), GENARA2025 (Турция, 2025).

Научная новизна полученных результатов

Впервые оценено вовлечение эндофитных бактерий *B. subtilis* (на примере штаммов 10-4 и 26Д) в формирование адаптивного потенциала растений пшеницы к обезвоживанию и доказана важность формирования холобионтной системы с этими бактериями не только в защитном потенциале растений к стрессам различной природы, но и в повышении продуктивности. Показаны физиолого-биохимические изменения в сортах растений пшеницы, различающихся по стратегии адаптации к обезвоживанию в норме, в условиях недостатка воды и инокуляции эндофитными бактериями. Особый интерес представляют данные анализа генома штамма 10-4, позволяющие, с одной стороны, прочесть генетически заложенные функционально-полезные свойства исследованного штамма бактерии, ответственные за проявление на уровне фенотипа растений-хозяев антифунгальной, рост-регулирующей и антистрессовой активностей, а с другой стороны, в будущем использовать полученные знания в целях формирования эффективных искусственных растительно-микробных холобиомов.

Определены универсальные защитные реакции растений, индуцируемые эндофитными *B. subtilis* в условиях воздействия как абиотического (обезвоживание, засоление, тяжелые металлы (Cd), гербициды), так и биотического (инфицирование растений возбудителями фузариоза, альтернариоза) стрессов, а также комбинации обезвоживания с инфицированием возбудителем фузариоза и гербицидным прессингом. Выявлены различия в ответной реакции сортов пшеницы, контрастных по стратегии адаптации к засухе экотипов (лесостепного западносибирского и степного волжского), формируемые эндофитными *B. subtilis* в условиях водного дефицита, связанные с уровнем антиоксидантов, фитогормонов, работой про-/антиоксидантной системы и фотосинтетического аппарата.

Практическая и теоретическая значимость результатов

Выявлен ряд общих критериев, характеризующих защитное действие эндофитных *B. subtilis* на физиологию различных агрокультур (сахарная свекла, пшеница, горох, фасоль, картофель) при разнообразных стрессовых воздействиях и их комбинациях (засоление, дефицит влаги, токсические ионы Cd, инфицирование возбудителем альтернариоза, фузариоз+обезвоживание, гербицид+засуха) как на уровне клеток, так и целого организма, включающий эффективную колонизацию внутренних тканей растений, снижение окислительных и осмотических повреждений клеток, усиление лигнификации корней и поддержание фотосинтеза; что позволяет отнести этот природный регулятор роста к биоинокулянтам с широким спектром защитного действия.

Полученные сведения расширяют знания и вносят вклад в понимание фундаментальных механизмов взаимодействия эндофитных бактерий *B. subtilis* с растениями пшеницы с контрастными стратегиями адаптации к водному дефициту и могут быть использованы для разработки микробных препаратов, усиливающих генетически заложенные или компенсирующие недостающие механизмы защиты растений, для внедрения в экологически-ориентированные технологии выращивания культур в разных агроэкологических регионах в условиях меняющегося климата.

Впервые в комплексном аспекте продемонстрирована реализация детерминированных на геномном уровне функционально-полезных свойств штамма *B. subtilis* 10-4 в фенотипе инокулированных растений в нормальных и стрессовых условиях, что позволяет рассматривать полногеномный анализ в качестве эффективного инструмента для

прогнозирования агрономической эффективности новых изолятов. Полученные результаты открывают перспективы для разработки микробных препаратов и интеграции ассоциированных с растениями эндофитных бактерий *B. subtilis* в селекционные программы по созданию климатически устойчивых агрокультур.

Перспективный для практического применения эндофитный штамм *B. subtilis* 10-4 депонирован в Национальном биоресурсном центре Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт» (г. Москва) (регистр. номер: В-12988); полногеномная последовательность депонирована в международной базе данных NCBI DDBJ/ENA/GenBank (номер доступа: JAVNHKX000000000, геномный проект ID: PRJNA1008864).

Ценность научных работ

Полученные данные расширяют и углубляют понимание фундаментальных физиолого-биохимических и молекулярных механизмов взаимодействия эндофитных бактерий *B. subtilis* с растениями-хозяевами в абиотических стрессовых условиях произрастания.

Впервые на разных уровнях организации жизни – от организменного до клеточного – исследованы особенности взаимодействия эндофитных PGP-бактерий *B. subtilis* (на примере штамма 10-4) с важнейшими агрокультурами (включая контрастные по стратегии засухоустойчивости сорта пшеницы), в условиях воздействия разных типов стрессов и их комбинаций с фокусом на водный дефицит. Установлено, что универсальные эндофит-индуцируемые защитные реакции агрокультур в условиях дефицита влаги, засоления, токсического действия Cd, инфицирования возбудителем альтернариоза, комбинированного воздействия обезвоживания с фузариозной инфекцией и гербицидным прессингом, включают эффективную колонизацию тканей, снижение окислительного стресса, регуляцию уровня пролина, усиление лигнификации корней и поддержание фотосинтеза, что снижает повреждающее действие стрессов и потери урожая.

Установлено, что опосредованная эндофитом *B. subtilis* 10-4 засухоустойчивость контрастных по адаптивным стратегиям растений пшеницы на раннем этапе онтогенеза связана со стабилизацией гормонального баланса. Рост-стимулирующий эффект обусловлен быстрым (1.5-2-кратным) накоплением ИУК без изменений в содержании ЦК и АБК. Антистрессовое действие связано со стабилизацией баланса АБК/ЦК и усилением синтеза лигнина и суберина в корнях, особенно у растений устойчивого сорта.

Впервые с помощью ингибиторного анализа продемонстрирована ключевая роль эндогенной СК как гормонального интермедиата в реализации защитного действия эндофита *B. subtilis* 10-4 на контрастные по стратегии засухоустойчивости растения пшеницы в условиях водного дефицита на ранних стадиях вегетации.

Впервые обнаружено, что в реализации эндофит-индуцированного снижения окислительных повреждений клеток и стабилизации редокс-статуса растений пшеницы на ранних этапах онтогенеза (прорастание-всходы) ключевую роль играют аскорбат у устойчивого сорта и глутатион у чувствительного сорта; тогда как на более поздней стадии (кущение) – глутатион редуктаза у обоих сортов.

Выявлено, что поддержание фотосинтеза у инокулированных растений пшеницы при водном дефиците связано с оптимизацией работы фотосистемы II, с увеличением площади листьев и предотвращением деградации хлорофиллов, а также с адаптивной регуляцией устьичной проводимости, обеспечивающей компромисс между снижением потери воды и поддержанием газообмена в зависимости от стратегии сорта и длительности стресса.

Новизной обладают сведения об участии эндогенной ГАМК в опосредованной эндофитными *B. subtilis* (10-4 и 26Д) адаптации растений пшеницы к комбинированному

стрессу (гербицид + почвенная засуха). Инокуляция повышает базовый уровень ГАМК и ускоряет ее накопление при стрессе, что способствует быстрой перестройке метаболизма, приводя к усилению генетически заложенных защитных механизмов у растений устойчивого сорта и компенсации их недостатка у растений чувствительного сорта.

Установлен пролонгированный защитный эффект эндофитных *B. subtilis* (10-4, 26Д) при предпосевной инокуляции на рост и биохимические показатели контрастных по стратегии засухоустойчивости растений пшеницы в условиях комбинированного стресса (гербицид+засуха), ускоренном их восстановлении в пост-стрессовый период и формировании повышенного урожая зерна с улучшенным качеством по аминокислотному, минеральному составу и хлебопекарным свойствам.

Впервые выявлены функционально-важные свойства и ключевые гены эндофита *B. subtilis* 10-4, ответственные за проявление на уровне фенотипа растений-хозяев антифунгальной, рост-регулирующей и антистрессовой активностей с помощью полногеномного секвенирования, функциональной аннотации и биоинформатического анализа генома бактерии.

Полнота изложенных материалов диссертации в опубликованных работах

Материалы диссертации в полной мере отражены в периодической печати. По теме диссертации опубликовано 39 работ, в том числе 2 статьи из перечня журналов, рекомендованных ВАК, 9 публикаций из перечня изданий ВАК-МБД, 23 статьи из перечня изданий Web of Science и Scopus, 18 из которых относятся к Q1 WoS и 3 – к Q2 WoS, 3 публикации в других изданиях, напечатаны 2 главы в монографии издательства Springer.

Публикации в научных изданиях из Перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

Ласточкина, О.В. Влияние бактерий *Bacillus subtilis* 26Д на засухоустойчивость растений яровой мягкой пшеницы сортов лесостепного западносибирского и степного волжского экотипов на начальных этапах онтогенеза / **О.В. Ласточкина**, Р.А. Юлдашев, Л.И. Пусенкова // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 99–102.

Пусенкова, Л.И. Повышение адаптивного потенциала посевов сахарной свеклы микробными биопрепаратами в условиях биотических и абиотических стрессов / Л.И. Пусенкова, Е.Ю. Ильясова, И.В. Максимов, **О.В. Ласточкина** // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 1. – С. 115–123.

Публикации в научных изданиях из Перечня отечественных изданий, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (ВАК-МБД):

Пусенкова, Л.И. Изменение видового состава микрофлоры ризосферы и филлосферы сахарной свеклы под влиянием биопрепаратов на основе эндофитных бактерий и их метаболитов / Л.И. Пусенкова, Е.Ю. Ильясова, **О.В. Ласточкина**, И.В. Максимов, С.А. Леонова // Почвоведение. – 2016. – Т. 10. – С. 1205–1213.

Ласточкина, О.В. Физиолого-биохимические ответы растений сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.), зараженных грибом *Alternaria alternata*, на применение микробных препаратов на

основе *Bacillus subtilis* / **О.В. Ласточкина**, Л.И. Пусенкова, Р.А. Юлдашев, Е.Ю. Ильясова, С. Алиниэфард // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 5. – С. 958–968.

Гарипова, С.Р. Влияние инокуляции растений фасоли эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* на рост проростков в модельных опытах и продуктивность в условиях Южного Предуралья / С.Р. Гарипова, А.С. Шаяхметова, **О.В. Ласточкина**, К.А. Федорова, Л.И. Пусенкова // Агрохимический вестник. – 2020. – Т. 6. – С. 48–53.

Ласточкина, О.В. Адаптация и устойчивость растений пшеницы к засухе, опосредованная природными регуляторами роста *Bacillus* spp.: механизмы реализации и практическая значимость // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 5. – С. 843–867.

Ласточкина, О.В. Влияние эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* на рост проростков и лигнификацию корней *Pisum sativum* L. в норме и в условиях натрий-хлоридного засоления / **О.В. Ласточкина**, С.Р. Гарипова, Л.И. Пусенкова, Д. Гаршина, Ан.Х. Баймиев, И.С. Коряков // Физиология растений. – 2023. – Т. 70. – № 5. – С. 514–525.

Ласточкина, О.В. Механизмы рост-стимулирующего и защитного действия эндофитных PGP-бактерий в растениях пшеницы при воздействии засухи (обзор) / **О.В. Ласточкина**, Ч.Р. Аллагулова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2023. – 59. – № 1. – С. 17–37.

Гарипова, С.Р. Влияние состава питательной среды для культивирования бактерий и дозы препарата *Bacillus subtilis* 10-4 на ростовые показатели и продуктивность растений пшеницы / С.Р. Гарипова, Л.И. Пусенкова, **О.В. Ласточкина**, К.А. Федорова, М.А. Дедова, О.В. Маркова, В.Д. Матюнина, Р.А. Юлдашев // Агрохимия. – 2023. – Т. 3. – С. 60–69.

Пусенкова, Л.И. Предпосадочная инокуляция эндофитами как способ управления семенной продуктивностью и качеством оздоровленных клубней картофеля / Л.И. Пусенкова, С.Р. Гарипова, **О.В. Ласточкина**, В.А. Валиева, А.В. Чистоедова, В.Д. Матюнина // Агрохимический Вестник. – 2024. – Т. 5. – С. 78–86.

Авальбаев, А.М. Анализ засухоустойчивости различающихся по стратегии адаптации к засухе растений пшеницы *Triticum aestivum* L. на начальном этапе онтогенеза / А.М. Авальбаев, Р.А. Юлдашев, Ч.Р. Аллагулова, А.А. Плутников, **О.В. Ласточкина** // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59. – № 1. – С. 131–141.

Публикации в изданиях, включенных в международные базы данных Web of Science, Scopus:

Lastochkina, O. Whole-genome analysis of PGP endophytic *Bacillus subtilis* 10-4: Unraveling molecular insights into plant growth and stress resilience / **O. Lastochkina**, L. Pusenkova // International Journal of Molecular Sciences. – 2025. – V. 26(24). – 11904. Doi: 10.3390/ijms262411904. (WoS Q1, Scopus Q1)

Pusenkova, L.I. Enhancing disease resistance in plants and stored potato tubers through inoculation of seed tubers with the endophyte *Bacillus subtilis* 10-4 and genomic analysis of its antimicrobial properties / L.I. Pusenkova, **O.V. Lastochkina** // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2024. – Т. 60 – № 6. – С. 1338–1350. (WoS Q4, Scopus Q3)

Markova, O. Predicting field effectiveness of endophytic *Bacillus subtilis* inoculants for common bean using morphometric and biochemical markers / O. Markova, S. Garipova, A. Chistoedova, V. Matyunina, A. Lubyanova, **Lastochkina O.**, A. Garipov, I. Shpirnaya, L. Pusenkova // Plants. – 2024. – V. 13(13). – 1769. Doi: 10.3390/plants13131769. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Effect of seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* on some physio-biochemical parameters of two wheat varieties exposed to drought after selective herbicide application

/ **O. Lastochkina**, A. Yakupova, I. Avtushenko, A. Lastochkin, R. Yuldashev // Plants. – 2023. – V. 12(8). – 1724. Doi: 10.3390/plants12081724. (WoS Q1, Scopus Q1)

Maslennikova, D. Endophytic plant growth-promoting bacterium *Bacillus subtilis* reduces the toxic effect of cadmium on wheat plants / D. Maslennikova, I. Koryakov, R. Yuldashev, I. Avtushenko, A. Yakupova, **O. Lastochkina** // Microorganisms. – 2023. – V. 11(7). – 1653. Doi: 10.3390/microorganisms11071653. (WoS Q2, Scopus Q2)

Lubyanova, A.R. The effects of seed pretreatment with endophytic bacteria *Bacillus subtilis* on the water balance of spring and winter wheat seedlings under short-time water deficit / A.R. Lubyanova, C.R. Allagulova, **O.V. Lastochkina** // Plants. – 2023. – V. 12. – 2684. Doi: 10.3390/plants12142684. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. The contribution of hormonal changes to the protective effect of endophytic bacterium *Bacillus subtilis* on two wheat genotypes with contrasting drought sensitivities under osmotic stress / **O. Lastochkina**, R. Yuldashev, A. Avalbaev, C. Allagulova, S. Veselova // Microorganisms. – 2023. – V. 11(12). – 2955. Doi: 10.3390/microorganisms11122955. (WoS Q2, Scopus Q2)

Lastochkina, O. Potential roles for endophytic plant growth-promoting microbes in wheat adaptation and tolerance under herbicide and drought stresses combination // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2023. – V. 47(5). – P. 688–712. Doi: 10.55730/1300-011X.3121. (WoS Q1, Scopus Q1)

Pusenkova, L. The potential of hydroponic seed minituber enrichment with the endophyte *Bacillus subtilis* for improving the yield components and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) / L. Pusenkova, **O. Lastochkina**, S. Ercişli // Agriculture. – 2023. – V. 13(8). – 1626. Doi: 10.3390/agriculture13081626. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Role of endogenous salicylic acid as a hormonal intermediate in the bacterial endophyte *Bacillus subtilis*-induced protection of wheat genotypes contrasting in drought susceptibility under dehydration / **O. Lastochkina**, S. Ivanov, S. Petrova, D. Garshina, A. Lubyanova, R. Yuldashev, B. Kuluev, E. Zaikina, D. Maslennikova, C. Allagulova, I. Avtushenko, A. Yakupova, R. Farkhutdinov // Plants. – 2022. – V. 11. – 3365. Doi: 10.3390/plants11233365. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Novel approaches for sustainable horticultural crop production: advances and prospects / **O. Lastochkina**, S. Aliniaiefard, M. SeifiKalhor, M. Bosacchi, D. Maslennikova, A. Lubyanova // Horticulturae. – 2022. – V. 8(10). – 910. Doi: 10.3390/horticulturae8100910. (WoS Q1, Scopus Q1)

Garipova, S.R. Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria // S.R. Garipova, O.V. Markova, K.A. Fedorova, M.A. Dedova, M.A. Iksanova, A.A. Kamaletdinova, **O.V. Lastochkina**, L.I. Pusenkova // Acta Physiologiae Plantarum. – 2022. – V. 44. – 89. Doi: 10.1007/s11738-022-03427-1. (WoS Q2, Scopus Q2)

Lastochkina, O. Improving the biocontrol potential of endophytic bacteria *Bacillus subtilis* with salicylic acid against *Phytophthora infestans*-caused postharvest potato tuber late blight and impact on stored tubers quality / **O. Lastochkina**, L. Pusenkova, D. Garshina, C. Kasnak, R. Palamutoglu, I. Shpirnaya, I. Mardanshin, I. Maksimov // Horticulturae. – 2022. – V. 8(2). – 117. Doi: 10.3390/horticulturae8020117. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* strain-specifically improves growth of *Phaseolus vulgaris* plants under normal and salinity conditions and exerts anti-stress effect through induced lignin deposition in roots and decreased oxidative and osmotic damages / **O. Lastochkina**, S. Aliniaiefard, D. Garshina, S. Garipova, L. Pusenkova, Ch. Allagulova, K. Fedorova, A. Baymiev, I. Koryakov, M. Sobhani // Journal of Plant Physiology. – 2021. – V. 263. – 153462. Doi: 10.1016/j.jplph.2021.153462. (WoS Q1, Scopus Q1)

Maslennikova, D. Contribution of ascorbate and glutathione in endobacteria *Bacillus subtilis*-mediated drought tolerance in two *Triticum aestivum* L. genotypes contrasting in drought sensitivity /

D. Maslennikova, **O. Lastochkina** // Plants. – 2021. – V. 10(12). – 2557. Doi: 10.3390/plants10122557. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Potential aspects of plant growth promoting bacteria to improve horticultural crop production / **O. Lastochkina**, D. Garshina, Ch. Allagulova, L. Pusenkova, S. Garipova, D. Maslennikova, K. Fedorova, I. Shpirnaya, A. Ibragimov, I. Koryakov, A. Sakhapova, G. Yuldasbaeva, A. Dmitrieva, M. Sobhani, S. Aliniaiefard // Int. J. Hort. Sci. Techn. – 2021. – V. 8(2). – P. 103–122. Doi: 10.22059/ijhst.2020.314562.422. (Scopus Q2)

Lastochkina, O. Seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* modulates physiological responses of two different *Triticum aestivum* L. cultivars under drought stress / **O. Lastochkina**, D. Garshina, S. Ivanov, R. Yuldashev, R. Khafizova, Ch. Allagulova, K. Fedorova, A. Avalbaev, D. Maslennikova, M. Bosacchi // Plants. – 2020. – V. 9(12). – 1810. Doi: 10.3390/plants9121810. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Application of endophytic *Bacillus subtilis* and salicylic acid to improve wheat growth and tolerance under combined drought and Fusarium root rot stresses / **O. Lastochkina**, D. Garshina, C. Allagulova, K. Fedorova, I. Koryakov, A. Vladimirova // Agronomy. – 2020. – V. 10. – 1343. Doi: 10.3390/agronomy10091343. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Effects of endophytic *Bacillus subtilis* and salicylic acid on postharvest diseases (*Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*) development in stored potato tubers / **O. Lastochkina**, A. Baymiev, A. Shayahmetova, D. Garshina, I. Koryakov, I. Shpirnaya, L. Pusenkova, I. Mardanshin, C. Kasnak, R. Palamutoglu // Plants. – 2020. – V. 9. – 76. Doi: 10.3390/plants9010076. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. The effect of endophytic bacteria *Bacillus subtilis* and salicylic acid on some resistance and quality traits of stored *Solanum tuberosum* L. tubers infected with fusarium dry rot / **O. Lastochkina**, L. Pusenkova, D. Garshina, R. Yuldashev, I. Shpirnaya, C. Kasnak, R. Palamutoglu, I. Mardanshin, S. Garipova, M. Sobhani, S. Aliniaiefard // Plants. – 2020. – V. 9(6). – 738. Doi: 10.3390/plants9060738. (WoS Q1, Scopus Q1)

Seifikalhor, M. Diverse role of γ -aminobutyric acid in dynamic plant cell responses / M. Seifikalhor, S. Aliniaiefard, B. Hassani, V. Niknam, **O. Lastochkina** // Plant Cell Reports. – 2019. – V. 38(8). – P. 847–867. Doi: 10.1007/s00299-019-02396-z. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. *Bacillus* spp.: Efficient biotic strategy to control postharvest diseases of fruits and vegetables / **O. Lastochkina**, M. Seifi Kalhor, S. Aliniaiefard, An. Baymiev, L. Pusenkova, S. Garipova, D. Kulabuhova, I. Maksimov // Plants. – 2019. – V. 8(4). – 97. Doi: 10.3390/plants8040097. (WoS Q1, Scopus Q1)

Lastochkina, O. Effects of *Bacillus subtilis* on some physiological and biochemical parameters of *Triticum aestivum* L. (wheat) under salinity / **O. Lastochkina**, L. Pusenkova, R. Yuldashev, M. Babaev, S. Garipova, D. Blagova, R. Khairullin, S. Aliniaiefard // Plant Physiology and Biochemistry. – 2017. – V. 121. – P. 80–88. Doi: 10.1016/j.plaphy.2017.10.020. (WoS Q1, Scopus Q1)

Публикации в других рецензируемых изданиях:

Lastochkina, O. Enhanced performance of endophytic *Bacillus subtilis* in conjunction with salicylic acid meliorated simultaneous drought and fusarium root rot stresses in *Triticum aestivum* L. / **O. Lastochkina**, D. Garshina, A. Ibragimov // Biology and Life Sciences Forum – 2021. – V. 4. – 20.

Аллагулова, Ч.Р. Снижение уровня окислительного стресса в растениях пшеницы под влиянием эндофитных бактерий в условиях засухи – Обзор / Ч.Р. Аллагулова, **О.В. Ласточкина** // Экобиотех. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 129–134.

Пусенкова, Л.И. Эффективность инокуляции яровой пшеницы эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* 26Д / Л.И. Пусенкова, С.Р. Гарипова, **О.В. Ласточкина**, Р.А. Юлдашев // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – Т. 3. – С. 56–64.

Главы в монографиях:

Lastochkina, O. *Bacillus subtilis*-mediated abiotic stress tolerance in plants // Bacilli and Agrobiotechnology: Phytostimulation and Biocontrol, In: M.T. Islam, M.M. Rahman, P. Pandey, M.H. Boehme, G. Haesaert (eds.) – Springer Nature. Switzerland AG. 2020. – Doi: 10.1007/978-3-030-15175-1_6.

Lastochkina, O. Plant growth promoting bacteria - biotic strategy to cope with abiotic stresses in wheat / **O. Lastochkina**, Aliniaiefard S., Kalhor M.S., Yuldashev R., Pusenkova L., Garipova S. – Wheat Production in Changing Environments: Management, Adaptation and Tolerance, In: Hasanuzzaman M., Nahar K., Hossain A. (eds.) – Springer. 2019. Doi: 10.1007/978-981-13-6883-7_23.

Публикации соответствуют теме диссертации и раскрывают ее основные положения, применяемые методы и подходы. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные результаты диссертационного исследования.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

Диссертационная работа Ласточкиной О.В. «Механизмы регуляции устойчивости растений к абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn» соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений:

п. 1. Фотосинтез и дыхание растений, физико-химические механизмы. Их связь с продуктивностью и урожаем. Фотофизические, фотохимические и биохимические механизмы фотосинтеза.

п. 4. Минеральное питание, водный обмен, транспирация и транспорт веществ.

п. 5. Экологическая физиология растений. Растение и стресс. Адаптация и устойчивость растений к абиогенным и биогенным факторам внешней среды.

п. 6. Сигнальные системы клеток и целых растений, рецепция и трансдукция внутренних и внешних сигналов (фоторецепция, гормональная, гуморальная и биоэлектрическая регуляция).

п. 7. Вторичный метаболизм растений, структура и биосинтез клеточной стенки.

п. 10. Взаимодействие растений с другими организмами. Симбиотические отношения растений. Молекулярные основы патогенеза и иммунитета растений. Симбиотическая азотфиксация. Фитогеоценозы. Взаимодействие растений в агро- и природных фитоценозах.

п. 12. Физиологические основы интенсификации растениеводства и охраны окружающей среды.

Отрасль науки – биологические науки, поскольку представленные результаты исследований в области физиологии, биохимии и молекулярной биологии предлагают теоретическую основу реализации опосредованной эндофитными бактериями *B. subtilis* стресс-устойчивости растений, включая пшеницу с контрастными стратегиями адаптации к водному дефициту, и показывают пути их прикладного применения.

Диссертационное исследование Ласточкиной О.В. по всем критериям отвечает требованиям, установленным пунктами 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений и соответствует заявленной специальности.

Диссертация «Механизмы регуляции устойчивости растений к абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn» Ласточкиной Оксаны Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Заключение принято на заседании Ученого совета Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук. На заседании присутствовало 16 человек, в том числе докторов наук – 12. Результаты голосования: «за» 16 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел. (протоколом № 14 от «23» декабря 2025 г.).

Александра Станиславовна Карунас

Председательствующий заседания, д.б.н.
и.о. директора Института биохимии
и генетики – обособленного
структурного подразделения Федерального
государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского
центра Российской академии наук

Марина Алексеевна Бермишева

Секретарь заседания, д.б.н., ученый секретарь
Института биохимии и генетики – обособленного
структурного подразделения Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского
центра Российской академии наук

Подписи Карунас А.С. и
Бермишевой М.А. заверяю:
Главный ученый секретарь
ФГБНУ УФИЦ РАН, к.э.н.



Регина Халиловна Фаттахова