

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»

д.ф.-м.н., доцент



И.Ф. Шарафуллин

« 11 » 02 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и
технологий»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Механизмы регуляции устойчивости растений к
абиотическим стрессам эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* Cohn»
выполнена на кафедре биохимии, биотехнологии и физиологии Федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства
науки и образования Российской Федерации и 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.

В период подготовки диссертации соискатель Ласточкина Оксана
Владимировна работала в Федеральном государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего образования «Уфимский университет
науки и технологий» (по совместительству) в должности доцента кафедра
биохимии и биотехнологии с 2024 г., в Башкирском научно-исследовательском
институте Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии 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 с 2011 г.; 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 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 итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация Ласточкиной Оксаны Владимировны является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные результаты исследований, посвященные решению научной проблемы, заключающейся в выявлении физиолого-биохимических и молекулярных механизмов, лежащих в основе опосредованной эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* устойчивости растений к абиотическим стрессам.

2. Актуальность исследования

Современное сельское хозяйство сталкивается с беспрецедентным ростом частоты и интенсивности неблагоприятных факторов окружающей среды: засухи, засоления почв, экстремальных температурных колебаний. Эти стрессоры приводят к существенному снижению урожайности

сельскохозяйственных культур и ухудшению качества продукции, что создает прямую угрозу продовольственной безопасности как в России, так и во всем мире. Традиционные методы селекции и агрохимии не всегда способны обеспечить достаточный уровень адаптации растений к таким быстро меняющимся условиям, что диктует необходимость поиска новых, экологически безопасных подходов к повышению стрессоустойчивости.

Одним из наиболее перспективных направлений является использование полезных микроорганизмов, в частности эндофитных бактерий *B. subtilis*. Данные бактерии являются естественными обитателями внутренней среды растений, способными колонизировать их ткани без вреда для хозяина. Препараты на основе *Bacillus subtilis* широко применяются в сельском хозяйстве благодаря их способности стимулировать рост растений и подавлять фитопатогены.

Несмотря на доказанную эффективность применения *B. subtilis*, фундаментальные физиолого-биохимические и молекулярные механизмы, лежащие в основе индуцированной ими устойчивости к абиотическим факторам, остаются недостаточно изученными. До сих пор нет единой стройной концепции, объясняющей, как именно эти микроорганизмы перестраивают метаболизм растения-хозяина для противодействия стрессу. Неясны ключевые сигнальные пути, роль фитогормонов, антиоксидантных систем и экспрессии стресс-ассоциированных генов, запускаемых при взаимодействии с бактерией.

Выявление этих механизмов имеет первостепенное научное значение, поскольку позволяет перейти от феноменологического описания эффекта к его глубокому пониманию.

Таким образом, исследование физиолого-биохимических и молекулярных основ опосредованной *B. subtilis* устойчивости растений к абиотическим стрессам является актуальной задачей, имеющей важное теоретическое значение для современной физиологии растений и прикладное значение для развития устойчивого сельского хозяйства.

3. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту. 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 выполнена основная часть экспериментальных и аналитических этапов исследования, получены и систематизированы первичные экспериментальные данные, организована

подготовка образцов для физиолого-биохимических и молекулярных 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. Автор обеспечил проведение полногеномного секвенирования штамма бактерии, обработку и функциональную аннотацию геномных данных и их интерпретацию.

4. Достоверность полученных результатов и выводов основана на корректном применении классических и современных методов исследований, соответствующих целям и задачам, апробацией на научных конференциях, публикацией результатов в ведущих рецензируемых научных изданиях.

5. Научная новизна результатов, полученных автором, определяется тем, что в диссертации сформирована комплексная картина формирования опосредованной эндофитными бактериями *B. subtilis* устойчивости растений к абиотическим стрессам на основе интеграции физиологических, биохимических и генетических данных. Впервые на разных уровнях организации жизни – от организменного до клеточного – исследованы особенности взаимодействия эндофитных PGP-бактерий *B. subtilis* с важнейшими агрокультурами, в условиях воздействия разных типов стрессов и их комбинаций с фокусом на водный дефицит. Установлено, что универсальные эндофит-индуцируемые защитные реакции агрокультур в условиях разных типов стрессов, включают эффективную колонизацию тканей, снижение окислительного стресса, регуляцию уровня пролина, усиление лигнификации корней и поддержание фотосинтеза, что снижает повреждающее действие стрессов и потери урожая. Впервые установлены физиолого-биохимические изменения в сортах растений пшеницы, различающихся по стратегии адаптации к обезвоживанию в норме, в условиях недостатка воды и инокуляции эндофитными бактериями. Выявлено, что эндофит-опосредованная 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, что сопровождается усилением синтеза лигнина и суберина в корнях, особенно у растений устойчивого сорта. Впервые продемонстрирована ключевая роль эндогенной салициловой кислоты как

гормонального интермедиата в реализации защитного действия эндофита *B. subtilis* 10-4 на контрастные по стратегии засухоустойчивости растения пшеницы в условиях водного дефицита. 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 эндофит-опосредованной адаптации 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.

6. Практическая и теоретическая значимость результатов заключается в том, что выявлен ряд общих критериев, характеризующих защитное действие эндофитных *B. subtilis* на физиологию различных агрокультур при разнообразных стрессовых воздействиях и их комбинациях 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. Полученные сведения расширяют знания и вносят вклад в понимание фундаментальных основ взаимодействия эндофитных бактерий *B. subtilis* с растениями пшеницы с контрастными стратегиями адаптации к водному дефициту и могут быть использованы для разработки биоинокулянтов, 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) (регр. номер: В-12988); полногеномная последовательность депонирована в международной базе данных NCBI DDBJ/ENA/GenBank (номер доступа: JAVHKG000000000, геномный проект ID: PRJNA1008864).

7. *Ценность научных работ соискателя и полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.*

Ценность научных работ автора заключается в том, что опубликованные результаты формируют цельную доказательную базу по всем ключевым направлениям диссертационного исследования и отражают как фундаментальные, так и прикладные аспекты изучения механизмов формирования устойчивости у инокулированных эндофитными бактериями *B. subtilis* растительных организмов в стрессовых условиях среды. Указанные работы имеют самостоятельную научную ценность и в совокупности обеспечивают существенный вклад в развитие физиолого-биохимических и

молекулярных механизмов устойчивости растений к экстремальным условиям в ассоциации с эндофитными бактериями *B. subtilis*.

Материалы диссертации в полной мере отражены в периодической печати. По теме диссертации опубликовано 40 работ, в том числе 1 статья из перечня журналов, рекомендованных ВАК, 10 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. Опубликованные работы содержат основные положения, выносимые на защиту, описание применённых методов, ключевые результаты и их интерпретацию, что обеспечивает надлежащую апробацию и позволяет рассматривать публикационный массив как репрезентативное отражение диссертационного исследования.

8. Полнота изложения 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 в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание научной степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, 9 статей 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, 23 статьи в журналах, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus, 3 публикации в изданиях, входящих в базу РИНЦ, и 2 главы в монографиях издательства Springer.

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

1. **Ласточкина О.В.**, Юлдашев Р.А., Пусенкова Л.И. Влияние бактерий *Bacillus subtilis* 26Д на засухоустойчивость растений яровой мягкой пшеницы сортов лесостепного западносибирского и степного волжского экотипов на

начальных этапах онтогенеза // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 99-102.

2. Пусенкова Л.И., Ильясова Е.Ю., Максимов И.В., **Ласточкина О.В.** Повышение адаптивного потенциала посевов сахарной свеклы микробными биопрепаратами в условиях биотических и абиотических стрессов // 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):

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

4. **Ласточкина О.В.**, Пусенкова Л.И., Юлдашев Р.А., Ильясова Е.Ю., Алиниэфард С. Физиолого-биохимические ответы растений сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.), зараженных грибом *Alternaria alternata*, на применение микробных препаратов на основе *Bacillus subtilis* // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 5. – С. 958–968.

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

6. **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.

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

8. **Ласточкина О.В.**, Аллагулова Ч.Р. Механизмы рост-стимулирующего и защитного действия эндофитных PGP-бактерий в растениях пшеницы при

воздействии засухи // Прикладная биохимия и микробиология. – 2023. – 59. – № 1. – С. 17–37.

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

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

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

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

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

13. Pusenkova L.I., **Lastochkina O.V.** 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 // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2024. – Т. 60 – № 6. – P. 1338–1350. Doi: 10.1134/S0003683824605304. (WoS Q4, Scopus Q3)

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

15. **Lastochkina O.**, Yakupova A., Avtushenko I., Lastochkin A., Yuldashev R. Effect of seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* on some physio-biochemical parameters of two wheat varieties exposed to drought after selective herbicide application // Plants. – 2023. – V. 12(8). – Art. 1724. Doi: 10.3390/plants12081724. (WoS Q1, Scopus Q1)

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

17. Lubyanova A.R., Allagulova C.R., **Lastochkina O.V.** 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 // Plants. – 2023. – V. 12. – 2684. 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. – Art. 2684. Doi: 10.3390/plants12142684. (WoS Q1, Scopus Q1)

18. **Lastochkina O.**, Yuldashev R., Avalbaev A., Allagulova C., Veselova S. 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 // Microorganisms. – 2023. – V. 11(12). – Art. 2955. Doi: 10.3390/microorganisms11122955. (WoS Q2, Scopus Q2)

19. **Lastochkina O.**, Bosacchi M. 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). – Art. 688–712. Doi: 10.55730/1300-011X.3121. (WoS Q1, Scopus Q1)

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

21. **Lastochkina O.**, Ivanov S., Petrova S., Garshina D., Lubyanova A., Yuldashev R., Kuluev B., Zaikina E., Maslennikova D., Allagulova C., Avtushenko I., Yakupova A., Farkhutdinov R. 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 // Plants. – 2022. – V. 11. – Art. 3365. Doi: 10.3390/plants11233365. (WoS Q1, Scopus Q1)

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

23. Garipova S.R., Markova O.V., Fedorova K.A., Dedova M.A., Iksanova M.A., Kamaletdinova A.A., **Lastochkina O.V.**, Pusenkova L.I. Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria // Acta

Physiologiae Plantarum. – 2022. – V. 44. – Art. 89. Doi: 10.1007/s11738-022-03427-1. (WoS Q2, Scopus Q2)

24. **Lastochkina O.**, Pusenkova L., Garshina D., Kasnak C., Palamutoglu R., Shpirnaya I., Mardanshin I., Maksimov I. 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 // Horticulturae. – 2022. – V. 8(2). – 117. Doi: 10.3390/horticulturae8020117. (WoS Q1, Scopus Q1)

25. **Lastochkina O.**, Aliniaiefard S., Garshina D., Garipova S., Pusenkova L., Allagulova Ch., Fedorova K., Baymiev A., Koryakov I., Sobhani M. 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 // Journal of Plant Physiology. – 2021. – V. 263. – Art.153462. Doi: 10.1016/j.jplph.2021.153462. (WoS Q1, Scopus Q1)

26. Maslennikova D., **Lastochkina O.** Contribution of ascorbate and glutathione in endobacteria *Bacillus subtilis*-mediated drought tolerance in two *Triticum aestivum* L. genotypes contrasting in drought sensitivity // Plants. – 2021. – V. 10(12). – Art.2557. Doi: 10.3390/plants10122557. (WoS Q1, Scopus Q1)

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

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

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

30. **Lastochkina O.**, Baymiev A., Shayahmetova A., Garshina D., Koryakov I., Shpirnaya I., Pusenkova L., Mardanshin I., Kasnak C., Palamutoglu R. Effects of

endophytic *Bacillus subtilis* and salicylic acid on postharvest diseases (*Phytophthora infestans*, *Fusarium oxysporum*) development in stored potato tubers // Plants. – 2020. – V. 9. – Art. 76. Doi: 10.3390/plants9010076. (WoS Q1, Scopus Q1)

31. **Lastochkina O.**, Pusenкова L., Garshina D., Yuldashev R., Shpirnaya I., Kasnak C., Palamutoglu R., Mardanshin I., Garipova S., Sobhani M., Aliniaiefard S. 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 // Plants. – 2020. – V. 9(6). – Art. 738. Doi: 10.3390/plants9060738. (WoS Q1, Scopus Q1)

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

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

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

Публикации в изданиях, входящих в базу РИНЦ:

35. Аллагулова Ч.Р., Авальбаев А.М., Лубянова А.Р., Юлдашев Р.А., **Ласточкина О.В.** Влияние *Bacillus subtilis* 10-4 на гормональную систему и показатели водного режима растений пшеницы при обезвоживании // Биомика. – 2023. – Т. 15. – № 1. – С. 33–40.

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

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

Главы в монографиях:

38. **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.

39. **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.

9. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации.

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.

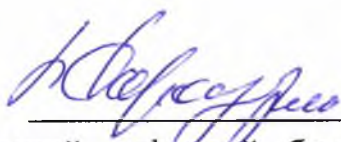
– п.12. Физиологические основы интенсификации растениеводства и охраны окружающей среды.

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.

Диссертация 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 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 расширенном заседании кафедры биохимии, биотехнологии и физиологии ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Присутствовало на заседании 18 человек, из них 10 докторов наук. Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел. (протокол № 16 от «11» февраля 2026 г.).



Заведующий кафедрой биохимии,
биотехнологии и физиологии
Института природы и человека
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Уфимский университет наук и
технологий», д.б.н., профессор

Фархутдинов Рашит Габдулхаевич

«11» февраля 2026 г.



Фархутдинов Р.Т.
11 02 2026 г.
Заместитель начальника общего отдела УУНТ
Исмаилов Т.Р.