

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

комиссии диссертационного совета 64.1.002.01 при Федеральном бюджетном учреждении науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора по докторской диссертации Батаевой Юлии Викторовны на тему: «Особенности микробных комплексов аридной зоны в условиях агро- и техногенеза и их биотехнологическая значимость», выполненной в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальностям 1.5.11. Микробиология и 1.5.6. Биотехнология

Соответствие соискателя ученой степени требованиям, необходимым для допуска к защите. Батаева Ю.В. соответствует требованиям, изложенным в п. 3 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.: имеет степень кандидата биологических наук, подтвержденную дипломом КТ № 164947, ученое звание доцента по специальности «Микробиология» (Аттестат доцента ЗДЦ № 002873), выполнила диссертационную работу на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, давшего положительное заключение по данной диссертации.

Соответствие диссертации специальности, по которой совету предоставлено право защиты. Диссертация Батаевой Ю.В. выполнена при консультировании доктора биологических наук Держинской Ирины Станиславовны (специальность 1.5.16. Гидробиология, биологические науки) на современном научно-методическом уровне с использованием микробиологических, молекулярно-генетических, биотехнологических, физико-химических, биохимических, токсикологических, биологических и статистических методов исследования. Члены комиссии считают, что диссертация Батаевой Ю.В. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, отрасли науки «Биологические науки», паспорту специальности 1.5.11. Микробиология по пунктам 2 – «Выделение, культивирование, идентификация микроорганизмов», 3 – «Морфология, физиология, биохимия и генетика микроорганизмов», 7 – «Экология микробных сообществ, сапрофитных, патогенных, условнопатогенных микроорганизмов в окружающей среде. Абиотические и биотические факторы», 10 – «Использование микроорганизмов в народном хозяйстве, ветеринарии и медицине» и специальности 1.5.6. Биотехнология по пунктам 3 – «Изучение и разработка технологических режимов

выращивания микроорганизмов-продуцентов, культур тканей и клеток растений и животных для получения биомассы, ее компонентов, продуктов метаболизма, направленного биосинтеза биологически активных соединений и других продуктов, изучение их состава и методов анализа, технико-экономических критериев оценки, создание эффективных композиций биопрепаратов и разработка способов их применения», 4 – «Изучение и разработка процессов и аппаратов микробиологического синтеза, включая физико-химическую кинетику, гидродинамику, массо- и теплообмены в аппаратах для ферментации, сгущение биомассы, разделения клеточных суспензий, сушки, грануляции, экстракции, выделения, фракционирования, очистки, контроля и хранения конечных целевых продуктов. Разработка теории моделирования, оптимизации и масштабирования процессов и аппаратов микробиологического синтеза».

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором. Выполнение требований к публикации основных научных результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 172 научные работы, в том числе 30 статей в журналах, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования WoS, Scopus и в российских журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 3 – патента на изобретение, 1 – патент на полезную модель, 5 – свидетельств о государственной регистрации базы данных, 1 - свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 12 учебно-методических работ, в том числе учебное пособие с грифом УМО по классическому университетскому образованию, что является вполне достаточным для проведения защиты.

Тема, цель, задачи, объекты, методы и план исследования определены автором. Автор принимал непосредственное участие на всех этапах выполнения диссертационной работы: сбор полевых материалов, микробиологический, молекулярный, химический, биотехнологический анализы с использованием методов накопительных культур, посевов, микроскопии, идентификации, изучения биологической активности, определения химического состава, обработка и обобщение полученных данных, написание и оформление диссертационной работы.

Присвоения авторства чужого научного труда (плагиата), результатом которого может быть нарушение авторско-правового и патентного законодательства, в данной диссертации не обнаружено.

Диссертационная работа изложена в виде рукописи на 556 страницах текста и включает следующие разделы: оглавление, введение, 12 глав, заключение, выводы, список литературы и 23 приложения. Основной текст диссертации содержит 91 таблицу и 95

рисунков. Список литературы включает 776 источников из них 321 на иностранных языках.

Актуальность выбранной темы определяется тем, что изучение функциональной активности цианобактерий и актиномицетов является перспективным направлением для фундаментальных и прикладных исследований при использовании штаммов или их вторичных метаболитов, направленных на развитие органического земледелия, устойчивости природных и техногенных экосистем. Развиваясь на аридных территориях цианобактерии и актиномицеты продуцируют комплекс метаболитов различного состава с алифатическими, карбоциклическими и гетероциклическими, азотистыми, кислород- и серусодержащими соединениями. Цианобактерии с фитостимулирующими, деструкционными свойствами используют как биоудобрения для стимуляции роста растений, повышения урожайности и плодородия почв; как биоагенты для очистки сточных вод и биоремедиации техногенных территорий. Актиномицеты с противомикробными свойствами применяют в виде биоконтролирующих агентов, средств защиты растений от инфекций и насекомых, являющихся основой современных биопрепаратов Фитоверм, Вертимек, Мекар, Биокилл, Оберон Рапид.

Таким образом, изучение цианобактерий и актиномицетов в экосистемах аридной зоны является крайне востребованным, как с точки зрения получения представлений о структуре, составе и свойствах комплекса микроорганизмов и их метаболитов, что позволяет охарактеризовать их роль и участие в функционировании аридных территорий, так и создания на их основе биоудобрений и биопрепаратов для эффективности и оздоровления агроэкосистем, биоремедиации техногенных экосистем, что имеет важное практическое значение.

Цель работы – исследование видового состава и структуры комплексов цианобактерий и актиномицетов водных и наземных экосистем, обоснование их биотехнологической роли в аридной зоне как микроорганизмов с аллелопатическими, противовирусными, фитостимулирующими, фунгицидными, антиоксидантными, деструкционными и другими свойствами, являющихся источниками ценных экзометаболитов, а также разработка технологий получения и применения экспериментальных образцов биопрепаратов на их основе.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые обобщены многолетние исследования распространения различных видов цианобактерий и состава циано-бактериальных комплексов в разнотипных природных и техногенных водных и почвенных экосистемах Астраханского региона. Показано, что наибольшее разнообразие видов цианобактерий присуще озерным экосистемам Волго-Ахтубинской

поймы и аллювиально-луговым почвам. Основой фототрофных комплексов почв является род *Phormidium*, водных экосистем – *Oscillatoria*.

В накопительных культурах на основе разнотипных почв установлено, что представители отдела Cyanobacteria составляют 71 % от общего числа изученных почвенных фототрофов. Анализ всех почвенных образцов позволил выявить 95 видовых и внутривидовых таксонов цианобактерий, относящихся к 2 классам (Chroococcophyceae, Hormogoniophyceae), 4 порядкам (Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales, Pleurocapsales), 11 семействам, 12 родам. Анализ экологических особенностей показал доминирование Р – жизненной формы.

Наибольшее многообразие и распространение почвенных комплексов актиномицетов встречалось в образцах почв с повышенной степенью засоления (содержанием плотного (сухого) остатка от 0,3% до 2,9%).

Впервые изучены техногенные водоёмы на территории Астраханского газоконденсатного и Баскунчакского гипсового месторождений на присутствие цианобактерий, где идентифицированы представители родов: *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Gloeocapsa*, *Synechococcus*, *Synechocystis*.

В накопительных культурах, из техногенных водоёмов с экстремальными гидрохимическими условиями, впервые получены циано-бактериальные сообщества резистентные по отношению к высокому содержанию неорганических фосфатов (K_2HPO_4) от 0,04 г/л до 10 г/л, и общему содержанию солей от 10 г/л до 400 г/л, при этом под влиянием концентраций фосфора происходит изменение морфологии сообществ. Под влиянием реакции среды, температуры и общего содержания солей структура циано-бактериальных сообществ не изменяется.

Впервые идентифицированы экзогенные метаболиты альго-цианобактериального сообщества, выделенного из природного водоема реки Ахтубы Астраханского региона, включающие насыщенные, ненасыщенные и ароматические углеводороды, карбоновые кислоты, фенольные и терпеновые соединения и их производные. Показано, что с развитием сообщества происходят изменения не только состава и количества водорослей и бактерий, но и вторичных метаболитов, проявляющееся в увеличении концентрации и разнообразия алкановых углеводородов.

Впервые исследован фитостимулирующий, фунгицидный, колонизирующий и антиоксидантный эффекты циано-бактериальных сообществ и культуры *Anabaena constricta* IPPASB-2020, выделенных из почв региона исследований. Определена оптимальная концентрация экспериментального образца биоудобрения для обработки семян и развивающихся растений томата, перца, хлопчатника. Разработан способ

повышения урожайности растений и защиты от фитопатогенов на основе цианобактерий. Изучены вторичные метаболиты цианобактерий, представленные терпеноидами, флавоноидами (пеонидин 3,5-диглюкозид; кверцетин), алкалоидами (резерпин, бупренорфин, йохимбин), пептидом (цикло (L-глутаминил-L-триптофил-L-фенилаланилглицил-L-лейцил-L-метионил), а также органические кислоты: аспарагиновая, муравьиная, пропионовая, фумаровая, изолимонная, молочная, уксусная, пировиноградная.

Впервые при внесении в засоленные экспериментальные сточные воды пищевого производства циано-бактериальных сообществ и культуры *Phormidium ramosum* IPPASB-2022 происходит деградация органических веществ, обеспечиваемая совместным участием цианобактерий и бактерий-спутников. Циано-бактериальные сообщества и их спутники проявляли липолитическую и протеолитическую активности.

Впервые из почвенных экосистем с различной степенью солености выделены штаммы бактерий *Streptomyces carpaticus* RCAM04697 (редкий вид), *Nocardiopsis umidischolae* RCAM04882, *Nocardiopsis umidischolae* RCAM04883, оказывающие ингибирующее действие на вирусы растений YBK, ХВК, ВСЛК, ВМТо, ВОМ, ВБТ, а также обладающие высокими фитостимулирующими, фунгицидными и антиоксидантными свойствами, что делает их перспективными продуцентами для создания биопрепаратов. Данные штаммы способны синтезировать соединения, компонентный состав которых определен впервые: флавоноиды, алкалоиды, гликозиды, органические кислоты (изолимонная, уксусная, фумаровая, молочная, яблочная, лимонная, пировиноградная), антибиотики (нарбомицин, тилозин, форомацидин С, эритромицин), фенол – протокатеховый альдегид. В составе вторичных метаболитов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 обнаружены спирты, альдегиды, углеводороды, эфиры, сульфаты и другие функциональные группы, представляющие собой полезные соединения для разработки методов защиты агроэкосистем.

С помощью молекулярно-генетических методов идентифицированы две культуры цианобактерий (*Anabaena constricta* IPPASB-2020, *Phormidium ramosum* IPPASB-2022) и три штамма актиномицетов (*S. carpaticus* RCAM04697 (редкий вид), *N. umidischolae* RCAM04882, *N. umidischolae* RCAM04883).

Выполнено полногеномное секвенирование штамма *S. carpaticus* RCAM04697. Впервые в базе данных NCBI GenBank задепонирована полногеномная последовательность штамма *S. carpaticus* под номером CP104005.1.

Изучена патогенность (вирулентность, токсичность, токсигенность, диссеминация) штамма *S. carpaticus* RCAM04697 для теплокровных животных.

Технологическая схема получения и инструкция по применению экспериментальных образцов средств защиты растений на основе штаммов *N. umidischolae* RCAM04882, *N. umidischolae* RCAM04883 и *S. carpaticus* RCAM04697 утверждены на Научно-техническом Совете ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева» (Протокол №1 от 25.03.2021г.; уровень внедрения - учрежденческий).

Результаты независимых полевых испытаний экспериментальных образцов биопрепаратов на основе цианобактерий и актиномицетов *S. carpaticus* RCAM04697, *N. umidischolae* RCAM04882, *N. umidischolae* RCAM04883 в качестве стимуляторов роста и биологических средств защиты растений на базе филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области и ГНУ «ВНИИОБ» оформлены актами производственных испытаний, утвержденными руководителем и сотрудниками указанной организации (уровень внедрения - межучрежденческий).

Новизна подтверждена 3 патентами РФ: № 2634387, № 2695157, № 2709308, патентом на полезную модель РФ № 189062, свидетельствами на базы данных РФ: № 2013620692, № 2016621159, № 2014620798, № 2020620186, № 2022620218.

На основании анализа поступившей работы комиссия пришла к заключению о возможности защиты докторской диссертации Батаевой Юлии Викторовны на тему: «Особенности микробных комплексов аридной зоны в условиях агро- и техногенеза и их биотехнологическая значимость» в диссертационном совете 64.1.002.01 при ФБУН ГНЦ ПМБ.

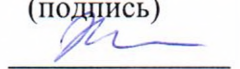
Члены комиссии:

доктор вет. наук, проф. Светоч Эдуард Арсеньевич (председатель)




(подпись)

доктор биол. наук, доцент Хохлова Ольга Евгеньевна



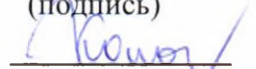
(подпись)

доктор биол. наук Игнатов Сергей Георгиевич



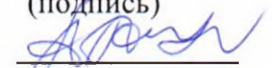
(подпись)

доктор биол. наук Коломбет Любовь Васильевна



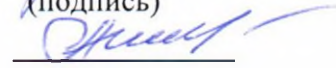
(подпись)

доктор биол. наук, с.н.с. Похиленко Виктор Данилович



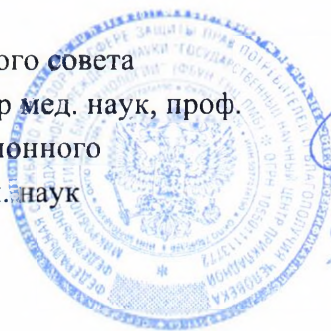
(подпись)

доктор биол. наук Шепелин Анатолий Прокопьевич



(подпись)

Председатель диссертационного совета
64.1.002.01 академик РАН, д-р мед. наук, проф.
Ученый секретарь диссертационного
совета 64.1.002.01, канд. биол. наук



Дятлов И.А.

Фурсова Н.К.