

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Пермский
Федеральный исследовательский
центр Уральского отделения
Российской академии наук,
Кандидат наук, д.ф.-м.н.

О.А. Плехов

20 25 г.



(подпись организации)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского
федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской
академии наук (ПФИЦ УрО РАН)**

Диссертация Кирьяновой Татьяны Денисовны «Функционально-генетическая характеристика бактерий-деструкторов хлор- и гидроксизамещенных бифенилов и их биотехнологический потенциал» выполнена на базе лаборатории микробиологии техногенных экосистем «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (далее «ИЭГМ УрО РАН»).

В период подготовки диссертации соискатель Кирьянова Татьяна Денисовна обучалась в очной аспирантуре Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

В 2018г. Кирьянова Т.Д. окончила бакалавриат Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности «Биотехнология» (диплом № 105924 3616822).

В 2020г. с отличием окончила магистратуру Федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по специальности «Биология» (диплом № 105931 0206862).

В 2024г. окончила аспирантуру Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», специальность 1.5.11 Микробиология (диплом № 105924 0329085).

Научный руководитель:

д.б.н. (03.02.03 Микробиология), доцент Егорова Дарья Олеговна, заместитель директора «ИЭГМ УрО РАН» по научным вопросам, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии техногенных экосистем «ИЭГМ УрО РАН»;

По итогам обсуждения принято следующее **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**:

Актуальность проблемы. Проблема очистки окружающей среды от особо опасных для живых организмов химических соединений антропогенного происхождения в настоящее время признана мировым сообществом одной из наиболее актуальных. Полихлорированные бифенилы (ПХБ) принадлежат к числу таких соединений, что подтверждено их включением в список Стойких органических загрязнителей в рамках Стокгольмской конвенции. С 2011 года Российская Федерация приняла на себя обязательства по выполнению положений данной конвенции, в том числе в части уничтожения ПХБ. В настоящее время ПХБ являются источниками вторичных поллютантов – гидроксированных хлорбифенилов. Основным путем решения данной проблемы является разработка экобиотехнологий на основании метаболического потенциала природных аэробных бактерий. В связи с этим поиск и всестороннее исследование бактериальных штаммов, обладающих биodeградативным потенциалом в отношении хлорированных и гидроксированных бифенилов является важной задачей современной науки.

Личное участие автора в получении научных результатов.

При выполнении диссертационной работы Кирьянова Т.Д. провела анализ российской и зарубежной научной литературы затрагивающей рассматриваемую научную проблематику, а также выполнила экспериментальные исследования,

связанные с изучением сукцессионных процессов в микробных сообществах при действии различных селективных факторов, выделила и описала индивидуальные штаммы-деструкторы ПХБ и гидрокси-производных ПХБ, установила биodeградативную активность штаммов в отношении индивидуальных хлор- и гидрокси-бифенилов а также их коммерческих и экспериментальных смесей, провела анализ полногеномной последовательности штамма *Rhodococcus opacus* CN628 и осуществила моделирование структуры α -субъединицы бифенил 2,3-диоксигеназы. Автор принимала активное участие в анализе и обобщении экспериментального материала, а также в подготовке публикаций и представлении полученных данных на конференциях. В диссертационной работе автор указывает, что исследования по изучению биodeградативной активности штаммов бактерий в отношении химически модифицированных хлор-/гидроксибифенилов выполнялись на соединениях, полученных в Институте органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН д.х.н. Горбуновой Т.И., ряд экспериментов выполнен в соавторстве с коллегами из лаборатории микробиологии техногенных экосистем. При этом экспериментальная работа, результаты которой включены в диссертационное исследование выполнены автором лично.

Требования п. 14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции) «О порядке присуждения ученых степеней» выполнены. В диссертации соискатель ссылается на все источники правомерного заимствования материалов или отдельных результатов и их авторов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. Полученные Кирьяновой Т.Д. результаты представительны и достоверны, что подтверждается высоким уровнем научно-методического выполнения экспериментов, проведенных на современном аналитическом оборудовании, что обеспечивает их высокую воспроизводимость. Опыты проводились в трехкратной повторности, полученные результаты обрабатывались с помощью методов математической статистики, а также с применением современных биоинформатических технологий. Выводы диссертационной работы согласуются с полученными результатами, которые в полной мере подтверждены представленными в работе таблицами и рисунками.

Научная новизна работы. Впервые установлены особенности сукцессионного процесса в аэробных бактериальных сообществах техногенных почв г. Перми и г. Чапаевска под воздействием бифенила и коммерческой смеси ПХБ. Селекционирована ассоциация аэробных бактерий, эффективно разлагающая индивидуальные хлорированные бифенилы, а также их коммерческие смеси. В результате скрининговых исследований выявлен штамм *Rhodococcus opacus* CH628, обладающий высоким биodeградативным потенциалом в отношении хлор- и гидрокс-замещенных бифенилов и их коммерческих и экспериментальных смесей. Биоинформатический анализ полногеномной последовательности штамма *R. opacus* CH628 позволил выявить ключевой фермент, обуславливающий деструктивную активность штамма в отношении рассматриваемых соединений. Разработаны и проанализированы модели α -субъединицы бифенил 2,3-диоксигеназы (BphA1) штамма *R. opacus* CH628.

Теоретическая и практическая значимость работы. Данное исследование имеет высокую теоретическую и практическую значимость. Результаты углубляют понимание процессов, протекающих в природных сообществах под действием экотоксикантов антропогенного происхождения. Комплексный анализ функционально-генетических особенностей новых штаммов-деструкторов дает подробное представление о процессах и механизмах аэробного окисления хлорированных и гидроксिलированных бифенилов, что может быть использовано для разработки новых экологически ориентированных биотехнологий. Результаты исследования используются в образовательном процессе и включены в курс «Экотехнологии в природопользовании», входящий в учебную программу магистратуры ПГНИУ.

Ценность научных работ соискателя. Научные работы Кирьяновой Т.Д. опубликованы в журналах, входящих в международные базы цитирования (WoS, SCOPUS, Q1-3), Белый список (уровень 1-3) и список ВАК. Публикации используются специалистами, проводящими исследования в области бактериальной трансформации органических поллютантов, о чем свидетельствует цитирование публикаций Кирьяновой Т.Д. в журналах международного уровня (количество цитирований по данным в Elibrary – 54). Шесть штаммов аэробных бактерий, выделенные в результате проведенного исследования, депонированы во

Всероссийской коллекции микроорганизмов, а полногеномная последовательность штамма *Rhodococcus opacus* CH628 размещена в международной базе данных NCBI (National Center for Biotechnology Information, NCBI, www.ncbi.nlm.nih.gov) под номером JBLZMV000000000.

Научная специальность, которой соответствует диссертация. По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям, по объему и новизне полученных автором данных диссертационная работа соответствует п. 3 (Биологическое разнообразие микроорганизмов, включая разнообразие типов энергетического обмена и источников углерода), п. 5 (Физиология и метаболизм микроорганизмов, в том числе физиология и физико-химические параметры роста микроорганизмов), п. 11 (Геномный и метагеномный анализ микроорганизмов и их сообществ) паспорта специальности 1.5.11 Микробиология.

Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 15 научных работах, из них 8 экспериментальных статей, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК РФ), в том числе 7 статей в научных изданиях, индексируемых базами Scopus и/или Web of Science и входящих в Белый список и 1 статья в журнале, входящем в РИНЦ. Изложенные материалы полностью отражают результаты диссертационной работы. Результаты исследований доложены автором на всероссийских и международных конференциях.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Egorova D.O., Gorbunova T.I., Pervova M.G., Kir'yanova T.D., Demakov V.A., Saloutin V.I., Chupakhin O.N. Biodegradability of hydroxylated derivatives of commercial polychlorobiphenyls mixtures by *Rhodococcus*-strains // *Journal of Hazardous Materials*. 2020. V. 400. Article 123328. (WoS, SCOPUS Q1, IF 20.2, Белый список, уровень 1)
2. Gorbunova T.I., Egorova D.O., Pervova M.G., Kyrianova T.D., Demakov V.A., Saloutin V.I., Chupakhin O.N. Biodegradation of trichlorobiphenyls and their

- hydroxylated derivatives by *Rhodococcus*-strains // *Journal of Hazardous Materials*. 2021. V. 409. Article 124471. (WoS, SCOPUS Q1, IF 20.2, Белый список, уровень 1)
3. Gorbunova T.I., Egorova D.O., Pervova M.G., Kir'yanova T.D., Plotnikova E.G. Degradability of Commercial Mixtures of Polychlorobiphenyls by Three *Rhodococcus*-strains // *Archives of Microbiology*. 2022. V. 204. Article 534. (WoS, SCOPUS Q2, IF 2,6, Белый список, уровень 3)
 4. Egorova D., Kyr'yanova T., Pyankova A., Anan'ina L., Plotnikova E. Selective pressure of biphenyl/polychlorinated biphenyls on the formation of aerobic bacterial associations and their biodegradative potential // *Folia Microbiologica*. 2021. V. 66. P. 659–676 (WoS, SCOPUS Q2, IF 2,5, Белый список, уровень 3)
 5. Егорова Д. О., Горбунова Т. И., Кириянова Т. Д., Первова М. Г., Плотникова Е. Г. Моделирование структуры α -субъединицы бифенил диоксигеназы штаммов рода *Rhodococcus* и особенности их деградативной активности к хлорированным- и гидроксированным бифенилам при различных температурах // Прикладная биохимия и микробиология. 2021. Т. 57, № 6. С. 571 – 582. (WoS, SCOPUS Q3, IF 1,6, Белый список, уровень 2)
 6. Кириянова Т.Д., Егорова Д.О. Особенности разложения моно-гидроксибифенилов аэробными штаммами, изолированными из бактериальных ассоциаций-деструкторов ароматических поллютантов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2024. Т.66, № 6. С. 459-475. (WoS, SCOPUS Q4, IF 0,9, Белый список, уровень 2)
 7. Kir'yanova T.D., Egorova D.O., Gorbunova T.I., Pervova M.G. Bacterial degradation of PCB 70 and its hydroxy derivatives is an environmentally friendly way to destroy POPs // *BIO Web of Conferences*. 2023. V. 57. Article 09002. (WoS, SCOPUS, IF 0,2)
 8. Кириянова Т.Д. Моделирование белковой структуры α -субъединицы бифенил 2,3-диоксигеназы (BphA1) штамма *R. wratislaviensis* CH628 // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Т. 1, С. 32-42. (ВАК, РИНЦ, IF 0,5)

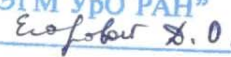
Диссертация Кирияновой Татьяны Денисовны «Функционально-генетическая характеристика бактерий-деструкторов хлор- и гидроксизамещенных бифенилов и их биотехнологический потенциал» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология.

Заключение принято на заседании Проблемной комиссии «ИЭГМ УрО РАН» по специальности «Микробиология». Присутствовало на заседании 13 чел. из 15 списочного состава. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» - 0 чел. Протокол №2 от 10 апреля 2025 г.

Секретарь Проблемной комиссии
по специальности «Микробиология»,
заместитель директора «ИЭГМ УрО РАН»
по научным вопросам,
д.б.н., доцент

 Д.О. Егорова
(печать)



"ИЭГМ УрО РАН"	
Подпись	
заверяю	
главный специалист по кадрам М.В. Корепанова	