

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Егоровой Дарьи Олеговны «Аэробные бактерии-деструкторы полихлорированных бифенилов: филогенетическое и функциональное разнообразие, биотехнологический потенциал», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.03 – Микробиология

Решение экологических проблем является одной из приоритетных задач государств с развитой экономикой. Экологическая безопасность позволяет гармонично развивать все виды народнохозяйственной деятельности, что положительно влияет на повышение качества жизни народа населения. Обращение Егоровой Д.О. в своей диссертационной работе к проблеме уничтожения полихлорбифенилов (ПХБ), признанных стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), является **своевременным и актуальным**, поскольку эти хлорарены из-за своей токсичности создают реальную угрозу сложившимся природным биотам и здоровью человека, а фундаментальные данные о способах биоутилизации ПХБ находятся в зачаточном состоянии. Актуальность диссертационной работы Егоровой Д.О. усиливает факт ратификации в 2011 г. Российской Стокгольмской конвенции (2001 г.), согласно которой все запасы и находившиеся когда-то в обращении ПХБ должны быть уничтожены до 2028 г.

Цель представленной работы заключалась в комплексной оценке таксономического, функционального и генетического разнообразия аэробных бактерий-деструкторов ПХБ и в выделении индивидуальных бактерий и ассоциаций, перспективных для уничтожения ПХБ. Среди известных методов уничтожения ПХБ самым перспективным является термический, для которого необходимо дорогостоящее высокотехнологичное оборудование, и поэтому развитый в диссертации Егоровой Д.О. микробиологический подход для обезвреживания ПХБ представляет собой перспективную биотехнологическую альтернативу.

Для достижения поставленной цели Егоровой Д.О. сформулированы объективные **задачи**, которые необходимо было решить. Среди них:

- изучение таксономического разнообразия бактерий-деструкторов бифенила/хлорированных бифенилов в почвах с различным уровнем техногенного загрязнения;
- исследование особенностей утилизации/трансформации различных конгенеров ПХБ у изолированных бактериальных штаммов: на уровне анализа функциональных генов и метаболического профиля деструкции хлорбифенилов;
- выявление активных штаммов-деструкторов, способных осуществлять разложение ПХБ до соединений основного обмена клетки;
- исследование деградативного потенциала активных штаммов-деструкторов по отношению к модельным, коммерческим и химически модифицированным смесям ПХБ;
- оценка возможности применения охарактеризованных бактерий-деструкторов для ремедиации ПХБ-загрязненных почв и уничтожения невостребованных смесей ПХБ.

Научная новизна диссертационной работы Егоровой Д.О. заключается в следующих достигнутых результатах:

- получены новые сведения о филогенетическом разнообразии аэробных бактерий-деструкторов бифенила/ПХБ, обитающих в почвах с различным уровнем загрязнения отходами химических производств на территориях РФ и Украины;
- рабочая коллекция дополнилась 313 штаммами аэробных бактерий, проявляющих деградативную активность к бифенилу/ПХБ, бензойной и хлорбензойным кислотам, относящихся к филумам *Proteobacteria* (11 родов), *Actinobacteria* (8 родов) и *Firmicutes* (2 рода);
- установлена уникальная способность штамма рода *Rhodococcus* окислять как *ортос*-, так и *пара*-замещенные положения в ароматических циклах молекул ди- и трихлорбифенилов

- с расположением заместителей {1+1} и {2+1} соответственно с последующей деструкцией образовавшихся хлорбензойных кислот до соединений основного обмена клетки;
- впервые на основании молекулярно-генетических исследований установлены основные признаки генов *bphA1*, кодирующих α-субъединицу бифенил 2,3-диоксигеназы бактерий рода *Rhodococcus* на примерах исследованных в работе штаммов;
 - впервые на основании нуклеотидной последовательности генов *bphA1* с применением методов биоинформационического анализа и 3D-моделирования получены вторичная и третичная структуры α-субъединицы бифенил 2,3-диоксигеназы (BphA1) штаммов *R. ruber* P25 и *R. wratislavensis* KT112-7;
 - впервые установлено, что геном штамма *R. wratislavensis* KT112-7 представлен хромосомой (7587912 пн, GenBank CP072193.1) и двумя мегаплазмидами: pRHWK1 (281912 пн, GenBank CP072194.1), pRHWK2 (130937 пн, GenBank CP072195.1);
 - впервые выявлена способность штаммов родов *Rhodococcus* и *Microbacterium* эффективно разлагать коммерческие и модельные смеси ПХБ, содержащие от 20 до 50 конгенеров, а также смеси химически модифицированных ПХБ (гидрокси-, метокси-, полиэтиленгликолокси-, аминоэтокси-производных).

Выявленная в работе научная новизна позволила разработать Егоровой Д.О. новый междисциплинарный подход для уничтожения опасных ПХБ, заключающийся в первоначальной химической функционализации базовых российских смесей ПХБ «Трихлорбифенил» и «Совол» и в последующей биодеструкции новых производных ПХБ под действием штаммов *R. ruber* P25 или *R. wratislavensis* KT112-7 до соединений, безопасных для окружающей среды. В этом состоит **практическая значимость** диссертационной работы Егоровой Д.О.

Достоверность научных положений работы, результатов и выводов не вызывает сомнений, поскольку для достижения цели в диссертационной работе был использован надежный арсенал самого современного физико-химического и аналитического оборудования, необходимого для проведения микробиологических исследований.

По результатам диссертационной работы опубликовано 37 статей в зарубежных и российских рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено 5 патентов РФ на изобретение. Отдельные результаты представлены на 74 конференциях различного уровня. Все представленные в автореферате результаты опубликованы в соответствующих работах. Выводы по диссертационной работе соответствуют представленному в автореферате содержанию.

После прочтения текста автореферата появился единственный вопрос:

- возможно ли использование штаммов рода *Rhodococcus* для уничтожения хлорсодержащих пестицидов?

В целом, диссертационная работа Егоровой Д.О. построена логично и обладает внутренним единством. По уровню выполнения исследований научная работа Егоровой Д.О. достойна высоких оценок. Полученные результаты вносят значимый вклад в развитие микробиологической и экологической химии. Результаты диссертационной работы Егоровой Д.О. представляют интерес для специалистов в области микробиологии и органической химии и могут быть использованы в таких научных учреждениях как ИОС УрО РАН, ИНЭОС РАН, МГУ, СПбГУ, УрФУ и др.

Таким образом, диссертационная работа Егоровой Д.О. «Аэробные бактерии-деструкторы полихлорированных бифенилов: филогенетическое и функциональное разнообразие, биотехнологический потенциал» является научно-квалификационной работой высокого уровня, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. На основании экспериментальных и аналитических результатов автором сформулированы новые теоретические положения, касающиеся селекции новых продуктивных бактериальных штаммов, способных к биоразложению хлорсодержащих СОЗ. Предложенный Егоровой Д.О. новый междисциплинарный двухстадийный подход к

уничтожению ПХБ является аргументированным и ранее не исследовался. В целом, диссертационная работа Егоровой Д.О. содержит обоснованную актуальность, научную и практическую значимость, обладает достаточной новизной, а полученные результаты вносят вклад в развитие микробиологической отрасли.

Перечисленная совокупность достоинств диссертационной работы соответствует требованиям п.п. 9–14 Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Егорова Дарья Олеговна – заслуживает присуждения ей ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.03 – Микробиология.

Бургарт Янина Валерьевна,
доктор химических наук, 02.00.03 – Органическая химия,
заместитель директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института органического
синтеза им. И.Я. Постовского
Уральского отделения
Российской академии наук
(ИОС УрО РАН)

620108, Россия, г. Екатеринбург,
ул. С. Ковалевской / Академическая, д. 22 / 20.
Тел./факс: + 7 (343) 369-30-58
e-mail: burgart@ios.uran.ru



Бургарт Я.В.
31.03.2022

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук (ИОС УрО РАН)

Адрес: 620108, Россия, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской / Академическая, д. 22 / 20.
Тел./факс: + 7 (343) 369-30-58. Адрес сайта: <https://www.ios.uran.ru>.

Подпись Бургарт Я.В. заверяю:
Инспектор по кадрам ИОС УрО РАН:



Косова Н.В.

Я, Бургарт Янина Валерьевна, согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета Д 999.219.02, и их дальнейшую обработку.