

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бажутина Григория Андреевича “Биодеструкция ибупрофена актиномицетами рода *Rhodococcus*”, представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология

Одним из часто встречающихся в окружающей среде фармполлютантов является ибупрофен – широко применяемый в медицине и ветеринарии лекарственный препарат с противовоспалительным, жаропонижающим и анальгезирующим действием. Уже многими исследователями он был обнаружен в поверхностных, грунтовых и даже очищенных сточных водах в значительных концентрациях. Удивительными являются результаты его обнаружения и в образцах питьевой воды. Была выяснена способность ибупрофена проходить через биологические мембраны, аккумулироваться в живых морских и пресноводных организмах, растениях. Накапливаясь в организмах растений и животных, он вызывает негативные эффекты – окислительный стресс, повреждение структуры ДНК, подавление активности отдельных ферментов.

Перспективными микроорганизмами, осуществляющими процессы естественного самоочищения от антропогенных ксенобиотиков, являются актиномицеты. Целью выполненной диссертационной работы Бажутина Г.А. являлось исследование способности актиномицетов рода *Rhodococcus* к биодеструкции ибупрофена и адаптивных реакций бактериальных клеток на присутствие фармполлютанта. В проведенных исследованиях автор использовал как классические, так и современные методы изучения: получение чистых культур, высокочувствительная респирометрия, атомно-силовая, конфокальная лазерная сканирующая, просвечивающая, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская спектроскопия, полногеномное секвенирование, биоинформатический анализ, высокоэффективная жидкостная хроматография, жидкостная хроматография-масс спектрометрия, математическое моделирование.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что впервые показана способность актиномицетов рода *Rhodococcus* к направленной биодеструкции высоких (100 мг/л) концентраций ибупрофена в присутствии глюкозы и *n*-гексадекана. Этот результат получен с использованием биоресурсов Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов, включающей 190 бактериальных штаммов. Из всего массива обследованных культур наиболее устойчивыми к ибупрофену оказались штаммы, принадлежащие к трем экологически значимым видам актиномицетов рода *Rhodococcus*: *R. cerastii*, *R. cerididiphyllii*, *R. erythropolis*, выделенных ранее из почвы, ризосферы растений и природного водоема соответственно. Установлено, что наиболее типичными реакциями актиномицетов на воздействие ибупрофена являются: изменение дзета-потенциала клеток, формирование многоклеточных конгломератов в жидкой среде, изменение относительной площади клеточной поверхности. Полученные данные рассматриваются в качестве механизмов адаптации актиномицетов и, как следствие, повышения их устойчивости к токсическому воздействию фармполлютанта. Также установлено, что процесс биодеструкции ибупрофена катализируется ферментными комплексами, локализованными в цитоплазме клеток. Описаны пути бактериальной метаболизации ибупрофена. Подобраны условия, значительно ускоряющие метаболизм ибупрофена и сокращение продолжительности *lag*-фазы. Также в работе проведена оценка и прогнозирование экотоксичности отдельных продуктов метаболизации ибупрофена. Проведена статистическая обработка полученных результатов.

Теоретическое и практическое значение выполненной Бажутиным Г.А. диссертационной работы расширяют наши представления о биодеструктирующем потенциале актиномицетов и их возможном вкладе в нейтрализацию и детоксикацию фармполлютантов. В результате масштабного скрининга актиномицетов на 190 штаммах, автором отобран штамм *R. cerastii*, способный к полной биодеструкции ибупрофена в течение 4-8 суток. Определены основные пути разложения ибупрофена через метаболизацию первичных гидроксированных производных. Полученная информация о штамме-активном биодеструкторе ибупрофена защищена Патентом РФ. Сведения о полном геноме этого штамма внесены в международную базу данных NCBI.

По теме диссертационной работы Бажутиным Г.А. опубликовано 18 печатных работ, в том числе 7 статей в журналах Перечня ВАК РФ, основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены в 2018-2023 гг. на Международных, Всероссийских и Региональных конференциях. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами НИР кафедры микробиологии и иммунологии Пермского государственного национального исследовательского университета и Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН. Научные положения и выводы работы базируются на результатах собственных исследований автора.

По актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных Бажутиным Г.А. результатов, диссертация «Биодеструкция ибупрофена актиномицетами рода *Rhodococcus*» соответствует требованиям пп. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (с изменениями и дополнениями в редакции №1539 от 11.09.2021), предъявляемым диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11 Микробиология.

Я, Дрюккер Валентин Валерьянович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Г.А. Бажутина.

Дрюккер Валентин Валерьянович,
доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории водной микробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт СО РАН
Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3,
Телефон: 8-3952-425-415, сайт: lin.irk.ru
Адрес электронной почты автора отзыва: drucker@lin.irk.ru

«14» октября 2025 г.

Подпись д.б.н., проф., г.н.с. Дрюккер В.В. заверяю.

Ученый секретарь ЛИН СО РАН, к.б.н.



Максимова Н.В.