

Федеральное государственное учреждение
**«Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии»
Российской академии наук»**

119071 Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 2. Тел.: (495) 954-5283; факс: (495) 954-2732; www.fbras.ru; e-mail: info@fbras.ru

08.10.2015 № 12507-9311-712

На № _____

УТВЕРЖДАЮ:



Директор

Федерального государственного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии»

Российской академии наук»

чл.-корр. РАН

Попов В.О.

«08» октября 2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» на
диссертационную работу Отрохова Г.В.
«Лакказы-медиаторный синтез электропроводящих полимеров и композитных
материалов на их основе»

Диссертационная работа ««Лакказы-медиаторный синтез электропроводящих полимеров и композитных материалов на их основе»» выполнена на базе лаборатории химической энзимологии Института биохимии им. А.Н. Баха Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». В период подготовки диссертационной работы соискатель Отрохов Григорий Владимирович исполнял обязанности младшего научного сотрудника.

В июле 2010 г. Отрохов Г.В. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Смоленский государственный университет по специальности «Экология», а в декабре 2011 г. поступил в очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии им. А.Н. Баха Российской академии наук, где проходил обучение по июль 2015 г. С июля 2015 г. продолжил обучение в очной аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в июне 2015 г. в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института биохимии им. А.Н. Баха Российской академии наук

Тема диссертационной работы утверждена на заседании Учёного совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии им. А.Н. Баха Российской академии наук (Протокол № 10 от 18 декабря 2014 г.).

Научный руководитель:

Ярополов Александр Иванович, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химической энзимологии Института биохимии им. А.Н. Баха Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Подготовленная диссертационная работа Отрохова Г. В. была представлена 17 сентября 2015 года на совместном семинаре лабораторий химической энзимологии, иммунобиохимии, инженерной энзимологии Института биохимии им. А.Н. Баха Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы и направленность исследования.

Биокатализ, являясь важным методом синтеза различных соединений, отвечает требованиям «белой» технологии. Использование природных биокатализаторов для *in vitro* синтеза электропроводящих полимеров (ЭПП) позволяет устранить или минимизировать большинство недостатков традиционных методов получения этих соединений (химический и электрохимический синтез). В первую очередь биокаталитический синтез ЭПП позволяет уменьшить нагрузку на окружающую среду, так как проводится в «мягких» условиях (рН, температура, давление) и не сопровождается образованием токсичных побочных продуктов. Кроме того, биокаталитическая реакция окислительной полимеризации мономеров является кинетически контролируемой, может быть остановлена на стадии образования олигомеров с определённой молекулярной массой и индексом полидисперсности, не зависит от наличия электропроводящей подложки и может обеспечивать высокий выход конечного продукта. Наиболее привлекательными ферментами для синтеза ЭПП являются грибные высоко редокс-потенциальные лакказы, субстратом-окислителем которых является молекулярный кислород, восстанавливающийся в процессе реакции до воды.

Уникальные свойства ЭПП позволяют использовать их для изготовления электрохромных устройств; покрытий, защищающих от коррозии, статического электричества и электромагнитного излучения; био- и хемосенсоров; «лёгких» гальванических элементов; электродов суперконденсатора и т. д.

Конкретное личное участие автора в получении научных результатов.

Представленные в диссертационной работе экспериментальные данные получены либо автором, либо при его непосредственном участии на всех этапах исследований, включая планирование и проведения эксперимента, обработку, оформление и публикацию результатов. Обсуждение, обобщение и интерпретация некоторых экспериментальных данных, формулировка основных положений диссертации,

составляющих ее новизну и практическую значимость, формирование цели, задач, выводов и обсуждение результатов проводилось совместно с научным руководителем.

Степень достоверности результатов проведенных соискателем учёной степени исследований.

Выводы, представленные в этой работе, полностью подтверждены экспериментальными данными. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Использованные методики исследования и проведенные расчеты корректны.

Новизна и ценность результатов, полученных лично автором в ходе научного исследования.

В ходе выполнения работы были расширены представления о механизме лакказы-катализируемой полимеризации анилина. Впервые проведен лакказы-медиаторный синтез электропроводящих полимеров и композитов полианилин/ многостенные углеродные нанотрубки (ПАНИ/МУНТ). Показано различие лакказы-катализируемой и химической полимеризации анилина. Разработан новый способ изготовления гибкого тонкого суперконденсатора на основе композита ПАНИ/МУНТ, полученного лакказы-медиаторным способом.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов.

Разработан экологически приемлемый лакказы-медиаторный способ получения электропроводящих полимеров (полианилин, поли(3,4-этилендиокситиофен), полипиррол) и композитов ПАНИ/МУНТ. Предложен новый ферментативный подход для синтеза гидрогеля композита ПАНИ/МУНТ с использованием димера анилина в качестве ускорителя ферментативной реакции и фитиновой кислоты как кислотного допанта и гелеобразующего агента. На основе композита ПАНИ/МУНТ разработан и протестирован макет гибкого тонкого суперконденсатора, обладающий высокими значениями удельной ёмкости, плотности мощности и плотности энергии. Благодаря хорошим удельным характеристикам суперконденсаторы на основе композита ПАНИ/МУНТ могут быть использованы в различных электронных устройствах.

Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите.

Представленная Отроховым Григорием Владимировичем диссертационная работа посвящена лакказы-медиаторному синтезу электропроводящих полимеров и композитных материалов на их основе. Работа соответствует специальности 03.01.04 Биохимия, по которой рекомендуется к защите.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем учёной степени.

По теме диссертации опубликовано 4 статьи, отражающих основной объём диссертационной работы, в изданиях, удовлетворяющих требованиям п. 13 «Положения присуждении учёных степеней» утверждённого Правительством РФ от 24.09.2013 г. № 842, и перечню рецензируемых журналов ВАК РФ:

Список публикаций:

1. Shumakovich G.P., Kurova V.S., Vasil'eva I.S., Pankratov D.V., **Otrokhov G.V.**, Morozova O.V., Yaropolov A.I. Laccase-mediated synthesis of conducting polyaniline. // Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. 2012., V. 77, p. 105 – 110.

2. Shumakovich G.P., **Otrokhov G.V.**, Vasil'eva I.S., Pankratov D.V., Morozova O.V., Yaropolov A.I. Laccase-mediated polymerization of 3,4-ethylenedioxythiophene (EDOT). // Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. 2012., V. 81, p. 66 – 68.
3. **Отрохов Г.В.**, Морозова О.В., Васильева И.С., Шумакович Г.П., Зайцева Е.А., Хлупова М.Е., Ярополов А.И. Биокаталитический синтез электропроводящих полимеров и перспективы его использования. // Успехи биологической химии. 2013., Т. 53, с. 355 – 386.
4. **Otrokhov G.V.**, Pankratov D.V., Shumakovich G.P., Khlupova M.E., Zeifman Y. S., Vasil'eva I.S., Morozova O.V., Yaropolov A.I. Enzymatic synthesis of polyaniline/multi-walled carbon nanotube composite with core shell structure and its electrochemical characterization for supercapacitor application. // Electrochimica Acta. 2014., V. 123, p. 151– 157.

Результаты работы также были представлены на 1 международном конгрессе, 1 международной и 1 всероссийской конференциях.

Получен патент на изобретение.

Патент на изобретение:

Патент РФ на изобретение № 2495509 от 10 октября 2013 г. Способ получения композитного материала для электрода суперконденсатора. **Отрохов Г.В.**, Попов В.О., Липкин А. В., Ярополов А.И., Шумакович Г.П., Морозова О.В., Панкратов Д.В., Васильева И.С., Зейфман Ю.С.

Считать диссертационную работу **Отрохова Григория Владимировича** «Лакказы-медиаторный синтез электропроводящих полимеров и композитных материалов на их основе» законченным научно-квалификационным исследованием, которое соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» утверждённом Правительством РФ от 24.09.2013г. № 842, и профилю диссертационного совета Д 002.247.01 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». Работа отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и может быть представлена к защите на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 03.01.04 Биохимия.

Рекомендовать диссертационному совету Д 002.247.01 по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» принять к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 03.01.04 Биохимия диссертационную работу Отрохова Григория Владимировича «Лакказы-медиаторный синтез электропроводящих полимеров и композитных материалов на их основе» (научный руководитель д.х.н. проф. Ярополов А.И).

Заключение принято на совместном семинаре лабораторий химической энзимологии, иммунобиохимии, инженерной энзимологии Института биохимии им. А.Н. Баха Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» путём открытого голосования. Присутствовало на семинаре – 16 человек. Результаты голосования: «за» – 16 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет. Протокол №1 от «17» сентября 2015 г.

Председатель
совместного семинара лабораторий
заведующий лабораторией иммунобиохимии
д.х.н., проф.


/Дзантиев Б.Б./

Секретарь
совместного семинара лабораторий
научный сотрудник лаборатории
химической энзимологии
к.б.н.


/Хлупова М.Е./