

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сульман Александрины Михайловны  
«Гетерогенные биокатализаторы на основе глюкозооксидазы, иммобилизованной  
на магнитоотделяемые мезопористые оксиды»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по  
специальности 03.01.06 - «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»

Значимую роль в развитии биотехнологии играют ферменты. Обладая высокой каталитической активностью, уникальной специфичностью, можно создавать на их основе эффективные и перспективные технологические процессы. Использование ферментов в нативной форме сопряжено с такими трудностями как инактивация под действием физических и химических факторов, а также с невозможностью повторного использования. Сфера применения иммобилизованных ферментов разнообразны – это тонкий органический синтез и преобразование энергии, ферментная аналитика и получение целевых продуктов, конверсия растительного сырья и создание лекарственных препаратов. Применение иммобилизованных ферментов является сегодня одним из важнейших и динамично развивающихся разделов современной биотехнологии. Объемы выпуска ферментов, применяемых в промышленных процессах, непрерывно возрастают, при этом ведущие западные страны, лидирующие в этой области, ежегодно выпускают ферментов на сотни млн. долларов. Одним из наиболее широко применяемых ферментов является глюкозооксидаза, способная выступать в роли биокатализатора реакции окисления D-глюкозы до D-глюконовой кислоты, применяемой в производстве лекарственных препаратов, пищевых добавок, чистящих средств и т.д.

В связи с этим соискателем была поставлена и успешно достигнута цель, связанная с синтезом магнитоотделяемых мезопористых оксидов для иммобилизации глюкозооксидазы с оценкой влияния природы носителя на активность фермента. В качестве неорганических носителей для иммобилизации ферментов выбраны мезопористые оксиды. Все это свидетельствует об актуальности выполненного исследования с точки зрения выбора объектов и использованного методического подхода к решению проблемы.

Автором впервые подобраны оптимальные условия *in-situ* кристаллизации наночастиц  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в мезопорах оксидов кремния, алюминия и циркония и получены магнитоотделяемые носители; установлено, что включение наночастиц магнетита в биокатализатор увеличивает относительную активность на 7 – 10 %; синтезированы новые биокатализаторы на основе иммобилизованной глюкозооксидазы; рассчитаны кинетические параметры полученных биокатализаторов; изучена стабильность глюкозооксидазы, иммобилизованной на магнитоотделяемые мезопористые оксиды.

В результате выполненной работы установлена возможность синтеза новых биокатализаторов на основе глюкозооксидазы, иммобилизованной на магнитоотделяемых мезопористых оксидах. Полученные биокатализаторы характеризуются высокой активностью в широких диапазонах pH и температуры и могут быть использованы повторно. Таким образом, исследование имеет существенное практическое значение.

Диссертацию и автореферат отличают чёткая логическая структура,

грамотное изложение текста, убедительность результатов исследования и использование современных методов исследований. Представленные выводы согласуются с поставленными целями и задачами.

Было установлено, что магнитоотделяемые биокатализаторы демонстрируют высокую активность в более широком диапазоне изменения температур и pH чем нативная GOx. Однако, не совсем понятно как сильно эта особенность снизит затраты на проведение процесса ферментативного окисления D-глюкозы в D-глюконовую кислоту, использование какого аппаратурного оформления позволит максимально эффективно использовать все преимущества полученного биокатализатора в промышленном производстве? В дальнейших работах было бы интересно ознакомиться с более подробным описанием возникающей синергии между активностью GOx и каталитической активностью магнитных наночастиц, которая способствует повышению эффективности иммобилизованного биокатализатора. Как долго можно эффективно эксплуатировать полученные биокатализаторы?

Представленные замечания носят дискуссионный характер и не снижают положительную оценку работы, выполненной на высоком научном уровне. Материалы диссертации изложены в 19 статьях, в т.ч. 11 индексируемых базами данных Scopus, Web of Science и из научных периодических изданий ВАК. Подготовлена заявка на патент РФ №2020119280. Результаты проведенного исследования представлялись на научных конференциях, в том числе международных.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По своей научной и практической значимости работа соответствует паспорту специальности 03.01.06 – «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)», требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Сульман Александрина Михайловна - заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.

д.т.н. (05.17.08, 05.13.01),  
профессор,  
зав. кафедрой «Технологии  
и оборудование пищевых  
и химических производств»

Дворецкий Дмитрий Станиславович

25.02.21

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»  
392000, г. Тамбов, ул. Ленинградская, 1  
тел.: 8(4752) 63-94-42  
e-mail: dvoretsky@tambov.ru

Подпись заверяю

Мозгова Г.В.  
Ученый секретарь Ученого  
Совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»



25.02.2021