

"УТВЕРЖДАЮ"

Ректор ФГБОУ ВО "ИГХТУ",

д.т.н., доцент

Н.Е. Гордина

04 2023 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования

«Ивановский государственный химико-технологический университет»

на диссертацию Стадольниковой Полины Юрьевны

«РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВОГО БИОКАТАЛИЗАТОРА

НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТНЫХ МИКРОСФЕР И ГЛЮКОЗООКСИДАЗЫ»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата химических наук по специальности

1.5.6 - Биотехнология

Ферменты класса оксидоредуктаз широко используются в химической и пищевой промышленности, а также в аналитической химии. Важный представитель этого класса ферментов - глюкозооксидаза применяется для определения содержания глюкозы в биологических жидкостях и получения глюконовой кислоты. Имобилизация этого фермента позволяет существенно повысить эффективность его использования. В связи с этим диссертация П.Ю. Стадольниковой, в которой проведено теоретическое обоснование выбора альгинатных микросфер в качестве носителей для имобилизации глюкозооксидазы, осуществлен синтез биокатализатора и исследованы его физико-химические и каталитические свойства, является актуальной. В работе подробно изучено строение и свойства альгинатов как перспективных биополимеров для использования в биотехнологии, описаны основные методы получения биополимерных микросфер, рассмотрены строение и свойства глюкозооксидазы, оценены перспективы ее применения в различных отраслях науки и технологии, определены условия синтеза гетерогенного биокатализатора на основе

глюкозооксидазы, изучена морфология синтезированных микросфер до и после иммобилизации фермента, определены физико-химические характеристики синтезированных носителей и биокатализаторов, изучены зависимости активности полученных биокатализаторов от температуры, pH и количества субстрата; рассчитаны кинетические параметры процесса ферментативного окисления D-глюкозы; оценена эффективность использования синтезированного биокатализатора в качестве технологической добавки в хлебопечении.

Практическая ценность работы не вызывает сомнений. Биокатализаторы на основе глюкозооксидазы, иммобилизованной на микросферах альгината натрия, проявляют высокую активность и стабильность в процессе окисления D-глюкозы до D-глюконовой кислоты. Сформулированные в работе подходы к синтезу высокоактивных биокатализаторов могут быть использованы при создании других промышленных биокатализаторов, а также биосенсоров глюкозы на основе глюкозооксидазы с улучшенной прочностью, чувствительностью, расширенными диапазонами и пределами обнаружения.

Личный вклад автора подробно описан в автореферате и введении.

Диссертационная работа Стадольниковой П.Ю. построена логично, все положения изложены четко, выводы хорошо аргументированы.

Первая глава является обзором литературы, в котором описываются свойства биополимеров, обсуждаются методы получения биополимерных матриц на основе альгинатов, рассмотрены принципы внутреннего и внешнего гелеобразования, строение и свойства глюкозооксидазы. В заключении к первой главе проведено обобщение данных литературы и сделаны выводы о перспективности и практической значимости проводимых исследований.

Во второй главе описаны экспериментальные методы, использованные в диссертации (метод эмульгирования/внутреннего гелеобразования, оптическая микроскопия, иодометрический метод определения активности глюкозооксидазы, метод Брэдфорда, просвечивающая электронная микроскопия, инфракрасная спектроскопия, термогравиметрия, вискозиметрия, измерение деформации клейковины).

В третьей главе обсуждаются результаты определения физико-химических свойств используемых в работе альгинатов, экспериментально обосновываются



условия синтеза альгинатных микросфер методом эмульгирования/ внутреннего гелеобразования. Рассмотрено влияние концентрации альгината на размер и морфологию частиц, влияние содержания компонентов биокатализатора на его активность и стабильность, определены показатели эффективности иммобилизации. Приведены доказательства формирования ковалентных связей между компонентами биокатализатора, кинетические параметры процесса окисления D-глюкозы в присутствии синтезированного биокатализатора. Для иллюстрации практической значимости работы проведена оценка эффективности использования синтезированного биокатализатора в качестве технологической добавки в хлебопечении.

По диссертационной работе П.Ю. Стадольниковой имеются следующие вопросы и замечания:

1) Несколько односторонне проведена оценка влияния предлагаемого катализатора на свойства хлеба – только со стороны фермента. Во-первых, надо было более четко отметить, что использование улучшителей окислительного действия, к которым относится глюкозооксидаза, требуется далеко не всегда. Довольно часто клейковину надо ослаблять, а не усиливать (иначе не нужны были бы улучшители восстановительного действия). Во-вторых, альгинаты сами являются важными компонентами многих пищевых продуктов, поскольку относятся к гидроколлоидам. В производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий альгинаты используются, в частности, как загустители кремов холодного приготовления, а также для загущения жидкого теста (Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи, Профессия, СПб, 2012).

2) Вывод 4 написан неудачно. В предпоследнем предложении дважды написано по существу одно и то же (“...что связано с уменьшением сродства фермента к субстрату, а также затруднением доступа субстрата к активным центрам фермента”).

3) В тексте встречаются неудачные выражения: с. 72 – “с точки зрения пищевой сферы”, с. 59 – “иодометрический анализ проводили”, с. 11 автореферата – “определялось количество образующегося  $H_2O_2$  по иодометрическому методу”. Иногда между словами отсутствуют пробелы

Следует отметить, однако, что сделанные замечания касаются в основном формы изложения материала и не влияют на общую высокую оценку работы.

Автореферат и публикации в полном объеме отражают основное содержание диссертации. Материал диссертации прошел апробацию на ряде представительных научных конференций.

Диссертация Стадольниковой П.Ю. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений.

Полученные в диссертации данные могут быть рекомендованы к использованию в ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, на Химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, ФИЦ «Институт катализа СО РАН», ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» и других исследовательских и образовательных организациях.

По тематике, предмету и методам исследования диссертационная работа П.Ю. Стадольниковой соответствует паспорту специальности 1.5.6 Биотехнология по области исследования п. 7 «Разработка новых технологических процессов на основе микробиологического синтеза, биотрансформации, биокатализа, иммуносорбции, биодеструкции, биоокисления и создание систем биокомпостирования различных отходов, очистки техногенных отходов (сточных вод, газовых выбросов и др.), создание замкнутых технологических схем микробиологического производства, последние с учетом вопросов по охране окружающей среды».

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. «О порядке присуждения ученых степеней», а П.Ю. Стадольникова заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.



Отзыв подготовил д.х.н., проф.

С.В. Макаров

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» «25» апреля 2023 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой технологии пищевых продуктов и биотехнологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

д.х.н., профессор

Сергей Васильевич Макаров

Подпись Макарова С.В. заверяю:

Ученый секретарь

Ученого совета

Ивановского государственного

химико-технологического

университета

к.э.н., доц. А. А. Хомякова



26» 04 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Адрес: 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский просп., 7

+7 (4932) 32-92-41

e-mail: makarov@isuct.ru