

Отзыв
на автореферат диссертации
Телицина Вадима Дмитриевича

на тему «Разработка новых ферментных препаратов с оптимизированным составом и изменёнными свойствами индивидуальных ферментов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.6 «Биотехнология»

Актуальность темы исследования. Развитие биотехнологий переработки растительного сырья обусловлено необходимостью поиска возобновляемых источников топлива и химического сырья. Растительная биомасса рассматривается как перспективный альтернативный источник энергии (биоэтанол, биобутанол и др.), а её переработка позволяет получать ряд коммерчески важных продуктов. Ключевым этапом такой переработки является ферментативный гидролиз полисахаридов (прежде всего целлюлозы) до моносахаридов с помощью ферментных препаратов на основе целлюлаз микроскопических грибов. Однако, низкая биокаталитическая способность по отношению к растительной биомассе существующих целлюлазных комплексов является серьёзным препятствием для масштабирования технологий биоконверсии в промышленности. Значительное повышение рентабельности таких технологий диктует необходимость оптимизации их состава и свойств отдельных компонентов и определяют научную и практическую значимость представленного исследования. Диссертационная работа В.Д. Телицина посвящена поиску решения актуальной проблемы повышения эффективности ферментативной конверсии растительной биомассы – ключевого этапа в производстве биотоплива и других ценных продуктов на ее основе.

Поставленные цель и задачи исследования включают как получение необходимых ферментных препаратов и отдельных ферментов, так и многостороннее изучение их свойств (каталитической активности, взаимодействия между собой), что свидетельствует о комплексном подходе автора к решению поставленной проблемы.

Научная новизна грамотно сформулирована автором и заключается в впервые предложенном использовании дегликозилированных (мутантных) форм ЦБГ1д и ЭГ2д *P. verruculosum*, а также гетерологичной ЭГ1 *T. reesei* для глубокого расщепления целлюлозы. Изучено взаимодействие этих ферментов с ПМО и определено оптимальное соотношение компонентов. Получены новые многокомпонентные ФП на основе *P. verruculosum* с улучшенными свойствами.

Методология исследования соответствует современному уровню и включает широкий спектр методов биохимии, молекулярной биологии и биотехнологии (определение активностей на различных полисахаридных и синтетических субстратах, хроматографические методы анализа, ДС-ПААГ, MALDI-TOF, эксперименты по гидролизу целлюлозосодержащего сырья).

Таким образом, тема диссертации, направленная на создание новых ферментных препаратов с оптимизированным составом и улучшенными (мутагенезом изменёнными) свойствами отдельных целлюлаз, является актуальной и имеет существенное практическое значение для биоэнергетики и биотехнологии переработки возобновляемого сырья.

Полученные результаты исследования позволили определить оптимальную композицию ферментного комплекса, обеспечивающую максимальный выход сахаров: две целлюбиогидролазы (ЦБГ1д и ЦБГ2), эндоглюканазы (мутантная ЭГ2д и дополнительная ЭГ1 *T. reesei*), β -глюкозидаза (БГЛ) и ПМО. Эта комбинация из шести ферментов обеспечивает глубокое расщепление целлюлозы. Практические испытания нового набора ФП на различных видах целлюлозосодержащего сырья (небелёная сульфатная целлюлоза, щелочно-претретированный тростник) показали высокую эффективность. Автору удалось достичь степени конверсии 76–89% даже при высоких нагрузках субстратом (до 300 г/л сухой массы), что значительно превышает типичные лабораторные условия и демонстрирует промышленный потенциал разработанных препаратов. Эти результаты

являются принципиально новыми для науки о целлюлазах и расширяют представления о том, как целенаправленные модификации отдельных ферментов и рациональная компоновка ферментного комплекса позволяют повысить эффективность ферментативного гидролиза целлюлозы.

Практическая значимость работы также не вызывает сомнений. Показано, что разработанные в диссертации подходы к повышению осаживающей способности ферментных комплексов микроорганизмов – за счёт направленной модификации ключевых ферментов и оптимизации ферментного состава – открывают возможности для создания более эффективных ферментных препаратов как для лабораторного применения, так и для промышленной биоконверсии целлюлозного сырья. Полученные экспериментальные данные позволяют выбирать оптимальные соотношения ферментов и условия гидролиза для разных типов сырья, что имеет прямой прикладной выход (в технологии производства биоэтанола, кормовых добавок, ферментных композиций для агропромышленного комплекса и т.д.). Таким образом, научные результаты диссертации обладают значительной прикладной ценностью и могут послужить основой для внедрения в биотехнологическое производство новых ферментных композиций.

Следует подчеркнуть, что выбранные методы полностью отвечают задачам исследования: они обеспечивают всестороннюю характеристику как отдельных ферментов (их активностей, стабильности, оптимальных условий действия), так и сложных ферментных смесей. Комплексный подход, сочетающий методы молекулярной биологии (генетическая конструкция штаммов-продуцентов), биохимического анализа и технологических испытаний (гидролиз субстратов), позволил автору получить обоснованные и достоверные результаты, что подтверждается многократными повторностями опытов, использованием контрольных испытаний и статистической обработкой результатов.

Диссертация Телицина Вадима Дмитриевича является самостоятельной, завершённой научно-исследовательской работой, содержащей существенные результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью. Работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.5.6 – Биотехнология. Автореферат отражает основные положения работы, а изложенные в нём результаты и выводы свидетельствуют о высоком уровне проведенного исследования. Учитывая актуальность, обоснованность методологии, достоверность, научную новизну и практическую ценность, можно заключить, что диссертация отвечает всем критериям, и автор, Телицын Вадим Дмитриевич, безусловно заслуживает присвоения искомой учёной степени кандидата химических наук.

Руководитель направления
биотехнологий ООО «Пивоваренная
компания «Балтика», к.т.н. доцент



Е.И. Курбатова

194292, г. Санкт-Петербург, пер. 6-й
Верхний, д. 3

05.06. 2025

Подпись Курбатовой Е.И.
Старший директор по инновациям и
исследованиям



Д.В. Афонин