

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Темнова Михаила Сергеевича "Кинетика и аппаратурно-технологическое оформление процессов получения эфиров жирных кислот", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Перспективным сырьем для производства эфиров жирных кислот (ЭЖК) как основы при создании биотоплива являются микроводоросли с повышенным содержанием липидов. Однако, их производство тормозится проблемой, связанной со сложностью и недостаточной изученностью механизмов и кинетики процессов культивирования и концентрирования суспензии микроводорослей вследствие малого размера клеток, экстракции и этерификации внутриклеточных липидов микроводорослей, низким выходом липидов при традиционном проведении стадии экстракции из-за наличия прочной клеточной стенки. Для решения этой проблемы соискателем Темновым М.С. проведены теоретические и экспериментальные исследования свойств и режимов технологического процесса подготовки и предварительной обработки сырья (микроводорослей), механизмов и кинетики процессов культивирования и разрушения клеток микроводорослей, экстракции и этерификации внутриклеточных липидов, совершенствованию аппаратурно-технологического оформления стадий производства ЭЖК из микроводорослей за счет использования современных машин и аппаратов.

На основе современных методов математического и физического моделирования автором получены новые научные результаты. Экспериментально исследованы влияние типов экстрагентов, температуры, влажности сырья, соотношения количества микроводорослей и экстрагентов на кинетику процесса экстракции внутриклеточных липидов из микроводорослей. Разработаны математические модели процессов культивирования микроводорослей и экстракции внутриклеточных липидов из них, позволяющие рассчитывать изменение массы микроводорослей и концентрации липидов в жидкой фазе, что предопределяет их применение при технологическом расчете аппаратов подготовки сырья и экстракции внутриклеточных липидов. Определены кинетические коэффициенты (для различных видов клеток микроводорослей) процесса экстракции липидов из микроводорослей.

Применение методов физического и математического моделирования при исследовании процессов и аппаратов культивирования микроводорослей, экстракции и этерификации внутриклеточных липидов позволило соискателю Темнову М.С. научно обосновать технологический и функциональный потенциал возобновляемого растительного сырья (микроводорослей) для производства ЭЖК, имеющей важное значение для инновационного развития химического и биотехнологического комплексов Российской Федерации.

Практическая ценность работы состоит в том, что теоретические и экспериментальные исследования механизмов и кинетики процессов подготовки,

экстракции и этерификации липидов явились основой для разработки нового способа и оригинальных конструкций аппаратов (фотобиореактора и дезинтегратора) для проведения процесса культивирования микроводорослей с повышенным содержанием липидов (пат. РФ № 151576, № 2569149, № 169598); определения оптимальных режимов проведения процессов экстракции, обеспечивающих выход внутриклеточных липидов на уровне 23 %, и этерификации липидов с наибольшим выходом ЭЖК на уровне 45%; разработки технологической схемы и практических рекомендаций по совершенствованию аппаратного оформления производства ЭЖК из микроводорослей.

Математические модели процессов подготовки сырья (микроводорослей) и кинетики экстракции внутриклеточных липидов, практические рекомендации по совершенствованию аппаратного оформления процессов получения эфиров жирных кислот, технологическая схема производства ЭЖК из микроводорослей приняты к использованию в ФГБНУ «ВНИИТиН» г. Тамбов, ОАО «Биохим» г. Рассказово, и ОАО «Орбита» г. Тамбов.

**По тексту автореферата имеются следующие замечания:**

1. Каким образом математическая модель учитывает изменение проницаемости клеточной стенки в результате воздействия экстрагентов?

2. Следовало бы более подробно описать особенности механизма экстракции липидов, входящих в состав белково-липидных комплексов клеток.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы, являющейся законченным научным трудом, имеющим существенную научную новизну и практическую ценность в области процессов и аппаратов химической технологии и биотехнологии. Соискателем на основе современных методов математического и физического моделирования получены новые научные результаты для теории проектирования процессов и аппаратов культивирования микроводорослей, разрушения клеток, экстракции и этерификации внутриклеточных липидов в производстве эфиров жирных кислот из растительного сырья.

Диссертация Темнова М.С. является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические и технические решения - механизмы и кинетика процессов культивирования микроводорослей и экстракции внутриклеточных липидов; новый способ подготовки микроводорослей с повышенным содержанием липидов и технические решения по аппаратному оформлению процессов культивирования микроводорослей; свойства и режимы функционирования ресурсосберегающего химико-технологического процесса получения эфиров жирных кислот из микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111; практические рекомендации по совершенствованию аппаратного оформления биотехнологического и физико-химического процессов подготовки и предварительной обработки сырья, экстракции и этерификации внутриклеточных липидов, имеющие существенное значение для развития страны.

На основании выше изложенного считаю, что работа Темнова М. С. "Кинетика и аппаратно-технологическое оформление процессов получения эфиров жирных кислот" соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»,

утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор - Темнов Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Заслуженный деятель науки и техники РФ,  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры "Теплотехника, гидравлика  
и энергообеспечение предприятий",  
ФГБОУ ВО "Российский государственный  
аграрный университет - МСХА  
имени К.А. Тимирязева"

Рудобашта Станислав Павлович

14.12.2017

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49  
Тел. 8 (499) 976-15-76  
e-mail: rudobashta@mail.ru

