

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.228.03
(Д 003.075.04), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК» (ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН),
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.06.2023 № 6

О присуждении Сорокиной Ксении Николаевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени доктора биологических наук.

Диссертация «Комплексные подходы для получения востребованных продуктов биотехнологии: биотоплива, янтарной кислоты, модифицированных жиров и ферментных препаратов» по специальности 1.5.6. Биотехнология, принята к защите 31.01.2023 (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.1.228.03 (Д 003.075.04), созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН), Министерство науки и высшего образования РФ, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, д. 50, создан приказом Минобрнауки № 21/нк от 24.01.2017.

Соискатель Сорокина Ксения Николаевна 10.03.1982 года рождения, в 2004 году окончила специалитет Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет» (НГУ), Министерство образования и науки

Российской Федерации, по направлению подготовки «Биология»; в 2006 году досрочно окончила аспирантуру Научно-исследовательского учреждения института «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук (статус государственного учреждения) по специальности 14.00.02 – Анатомия человека.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук «Нитроксильные радикалы как контрастные средства для магнитно-резонансной томографии» по специальности 14.00.25 – Фармакология, клиническая фармакология защитила в 2006 году в диссертационном совете, созданном на базе Государственного учреждения Научно-исследовательского института фармакологии Томского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук, работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» (ИК СО РАН), Министерство науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена в Отделе нетрадиционных каталитических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» (ИК СО РАН), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный консультант – академик РАН, доктор химических наук, профессор, Пармон Валентин Николаевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» (ИК СО РАН), научный руководитель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ), кафедра физической химии, заведующий.

Официальные оппоненты:

Варфоломеев Сергей Дмитриевич, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ РАН), научный руководитель;

Синеокий Сергей Павлович, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»), биоресурсный центр «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов», руководитель;

Гайсина Лира Альбертовна, доктор биологических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (БГПУ им. М. Акмуллы), Сектор научно-технической интеграции, научный руководитель, кафедра биоэкологии и биологического образования, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТИБОХ ДВО РАН), г. Владивосток, в своем положительном отзыве, подписанном Стоником Валентином Ароновичем, доктором химических наук, академиком РАН, научным руководителем, указала, что решаемая соискателем научная задача является актуальной научной проблемой, связанной с использованием микроводорослей и рекомбинантных ферментных препаратов, что имеет значение как с точки зрения теории, так и для решения важных технологических проблем, а также, что представленная диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства РФ № 842 от 24

сентября 2013 года (с изменениями и дополнениями).

Соискатель имеет 114 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 60 работ, из них 21 статья опубликована в рецензируемых научных изданиях, входящих в базы цитирований Scopus/Web of Science. Также соискателем по теме диссертации опубликовано 2 монографии и 49 публикаций в сборниках докладов научных конференций и 5 патентов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, объем научных изданий (статей) составляет 221 стр., авторский вклад – 75%.

Наиболее значимые публикации:

1. Sorokina K. N., Samoylova Y. V., Gromov N. V., Ogorodnikova O. L., Parmon V. N. Production of biodiesel and succinic acid from the biomass of the microalga *Micractinium* sp. IC-44 // *Bioresource Technology*. – 2020. – Т. 317. – С. 124026.
2. Sorokina K. N., Samoylova Y. V., Parmon V. N. Comparative analysis of microalgae metabolism on BBM and municipal wastewater during salt induced lipid accumulation // *Bioresource Technology Reports*. – 2020. – Т. 11. – С. 100548.
3. Gromov N. V., Medvedeva T. B., Sorokina K. N., Samoylova Y. V., Rodikova Y. A., Parmon V. N. Direct conversion of microalgae biomass to formic acid under an air atmosphere with soluble and solid Mo–V–P heteropoly acid catalysts // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. – 2020. – Т. 8, № 51. – С. 18947-18956.
4. Piligaev A. V., Sorokina K. N., Samoylova Y. V., Parmon V. N. Lipid production by microalga *Micractinium* sp. IC-76 in a flat panel photobioreactor and its transesterification with cross-linked enzyme aggregates of *Burkholderia cepacia* lipase // *Energy Conversion and Management*. – 2018. – Т. 156. – С. 1-9.
5. Piligaev A. V., Sorokina K. N., Shashkov M. V., Parmon V. N. Screening and comparative metabolic profiling of high lipid content microalgae strains for application in wastewater treatment // *Bioresource Technology*. – 2018. – Т. 250. – С. 538-547.
6. Samoylova Y. V., Sorokina K. N., Romanenko M. V., Parmon V. N. Cloning, expression and characterization of the esterase estUT1 from *Ureibacillus*

thermosphaericus which belongs to a new lipase family XVIII // *Extremophiles*. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 271-285.

7. Samoylova Y. V., Sorokina K. N., Piligaev A. V., Parmon V. N. Preparation of Stable Cross-Linked Enzyme Aggregates (CLEAs) of a *Ureibacillus thermosphaericus* Esterase for Application in Malathion Removal from Wastewater // *Catalysts*. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 154.

8. Sorokina K. N., Taran O. P., Medvedeva T. B., Samoylova Y. V., Piligaev A. V., Parmon V. N. Cellulose biorefinery based on a combined catalytic and biotechnological approach for production of 5-HMF and ethanol // *ChemSusChem*. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 562-574.

9. Piligaev A. V., Sorokina K. N., Bryanskaya A. V., Peltek S. E., Kolchanov N. A., Parmon V. N. Isolation of prospective microalgal strains with high saturated fatty acid content for biofuel production // *Algal Research*. – 2015. – Т. 12. – С. 368-376.

10. Сорокина К.Н., Яковлев В.А., Пилигаев А.В., Кукушкин Р.Г., Пельтек С.Е., Колчанов Н.А., Пармон В.Н. Потенциал применения микроводорослей в качестве сырья для биоэнергетики // *Катализ в промышленности*. – 2012. – V. – N 2. – P. 63-72.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные. Отзывы: Верхотурова В.В., доктора биологических наук, профессора кафедры производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции, директора Института агроинженерии и пищевых систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО КГТУ); Кочетова А.В., академика РАН, доктора биологических наук, директора Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ФИЦ ИЦиГ СО РАН); Лаврик О.И., доктора химических наук, академика РАН, заведующей лабораторией

биоорганической химии ферментов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук» (ИБХФМ СО РАН); Тулупова А.А., члена-корреспондента РАН, доктора медицинских наук, главного научного сотрудника, советника директора по медицинским исследованиям Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института «Международный томографический центр» (МТЦ СО РАН); Толстиковой Т.Г., доктора биологических наук, профессора, заведующей лабораторией фармакологических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук» (НИОХ СО РАН) замечаний не содержат.

В отзыве доктора технических наук Дышлюк Л.С., профессора кафедры пищевой биотехнологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет (КГТУ) были заданы следующие вопросы: «Проводилась ли промышленная апробация предложенных подходов к получению биотоплива, янтарной кислоты, модифицированных жиров и ферментных препаратов? Оценивалась ли экономическая эффективность разработанных подходов, в этой связи возникает вопрос о конкурентоспособных преимуществах предложенных соискателем подходов к очистке сточных вод по сравнению с современным научно-техническим уровнем?». В отзыве доктора технических наук Молчанова В.П., профессора кафедры биотехнологии, химии и стандартизации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ТвГТУ) указаны следующие замечания: «В автореферате допущена ошибка в уравнении (2); кроме того, в расшифровке параметров приведенных регрессионных моделей отсутствует

указание на единицы измерения, что исключает возможность проверки адекватности представленных математических моделей».

Сорокина К.Н. согласилась с замечаниями и ответила на вопросы Дышлюк Л.С.: промышленная апробация предложенных подходов к получению биотоплива, янтарной кислоты, модифицированных жиров и ферментных препаратов не проводилась, поскольку подходы являются экспериментальными и только внедряются в мировую практику. Существуют коммерческие препараты иммобилизованных липаз, применяемых в масложировой промышленности, поэтому разработка их отечественного аналога представляет большой практический интерес. Экономическая эффективность разработанных подходов не оценивалась, так как в работе были использованы абсолютно новые объекты исследований, кроме того, часть подходов была предложена впервые (например, использование каталитических гидролизатов целлюлозы для получения этанола). Однако мировая практика показывает, что ряд подходов реализуем в пилотном (получение биотоплива из микроводорослей) и промышленном масштабе (получение иммобилизованных ферментных препаратов) с обоснованной экономической эффективностью. На замечания Молчанова В.П. даны следующие ответы: в формуле (2) допущена не ошибка («5.05B²»), а опечатка, которую следует правильно учитывать как «5.05B²». Расшифровка параметров регрессионных моделей (единицы измерения) приведена в тексте диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью и высокой квалификацией специалистов в области биотехнологии, переработки растительной биомассы и ферментативного биокатализа, а также соответствием основных направлений исследований задачам диссертационной работы Сорокиной К.Н. Оппонент Варфоломеев С.Д. (г. Москва) является научным руководителем ИБХФ РАН, публикации которого охватывают тематики, связанные с ферментативным катализом, моделированием структуры различных ферментов и их

иммобилизации, а также биотехнологической переработки биомассы для получения биотоплива, что существенно перекликается с диссертационной работой Сорокиной К.Н., в том числе с главами 4-6. Оппонент Синеокий С.П. (г. Москва) является руководителем биоресурсного центра «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов» НИЦ «Курчатовский институт», специалистом в области биотехнологии и генетической инженерии микроорганизмов с целью создания продуцентов востребованных химических веществ (глицерина, бета-каротина, янтарной кислоты, липидов), а также ферментов (манназы, бета-глюканы, липаз) с использованием дрожжей, что соответствует главам 4-5 диссертационной работы Сорокиной К.Н. Оппонент Гайсина Л.А. (г. Уфа), научный руководитель сектора научно-технической интеграции БГПУ им. М. Акмуллы, является специалистом в области экологии и систематики микроводорослей и цианобактерий, при ее участии были выделены и охарактеризованы новые сообщества микроводорослей и виды цианобактерий, что соответствует главе 3 диссертации Сорокиной К.Н. Научный коллектив ТИБОХ ДВО РАН проводит исследования в области биоорганической химии, биохимии, молекулярной иммунологии, органического синтеза природных соединений, морской микробиологии, систематики высших растений и биотехнологии. Объектами исследований являются морские организмы океана (включая микроорганизмы) и уникальные наземные растения Дальнего Востока России. В Институте изучаются все основные классы биомолекул: белки, включая ферменты, нуклеиновые кислоты (прежде всего гены, несущие информацию о важных ферментах), углеводы, липиды и разнообразные низкомолекулярные биорегуляторы, получаемые из морских организмов. ТИБОХ ДВО РАН также занимается масс-спектрометрическим анализом метаболомов морских организмов и изучением возможности применения таких организмов в биотехнологии, что соответствует главам 3-5 диссертации Сорокиной К.Н.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый научный подход, позволяющий выявить качественно новые закономерности в применении биотехнологических подходов для получения биотоплива, янтарной кислоты, модифицированных жиров и ферментных препаратов из компонентов биомассы;

предложена гипотеза об изменении метаболизма крахмала и углеводов в процессе накопления нейтральных липидов у микроводоросли *Micractinium* sp. при культивировании на стерилизованных муниципальных сточных водах при солевом стрессе, что сопровождается накоплением эквивалентов энергии (в цикле лимонной кислоты), а также связано с окислением пролина;

доказано, что выделенные в работе новые штаммы микроводорослей и термотолерантные дрожжи могут быть использованы для получения: биотоплива, ферментных препаратов на основе новой эстеразы - для очистки стерилизованных муниципальных сточных вод; ферментных препаратов на основе липаз - для получения пищевых жиров и биотоплива;

введены новые параметры получения нейтральных липидов при культивировании штамма микроводоросли *Parachlorella kesslerii* IC-11 на муниципальных сточных водах в присутствии солей в среде, а также параметры реакций гидролиза малатиона и переэтерификации масел с использованием иммобилизованных ферментных препаратов, полученных в ходе работы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность применения штамма микроводоросли *Micractinium* sp. IC-76 для очистки муниципальных сточных вод от соединений азота и фосфора, а также его применения в процессах получения биомассы с высоким содержанием нейтральных липидов с целью их последующей переработки в биодизельное топливо; высокая эффективность ферментного препарата, полученного методом поперечной сшивки эстеразы estUT1-TrxA, для очистки стерилизованных муниципальных сточных вод от

инсектицида малатиона.

применительно к проблематике диссертации результативно использован метод газовой хроматографии-масс-спектрометрии, позволяющий анализировать состав метаболитов микроводорослей при культивировании на стерилизованных муниципальных сточных водах;

изложены доказательства, что накопление нейтральных липидов под действием солевого стресса у углеводпродуцирующего штамма микроводоросли *Parachlorella kesslerii* IC-11 связано с накоплением эквивалентов энергии (в цикле лимонной кислоты), а также с окислением пролина;

раскрыты ранее неизвестные особенности метаболизма микроводорослей при накоплении липидов на стерилизованных муниципальных сточных водах;

изучены факторы, влияющие на активность ферментных препаратов липаз и эстеразы, исследованных в работе, а также на способность штаммов микроводорослей синтезировать липиды;

проведена модернизация параметров реакции переэтерификации липидов микроводоросли *Micractinium* sp. IC-76 с использованием метода отклика поверхности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны ферментные препараты иммобилизованной липазы бактерии *G. stearothermophilus* G3 для применения в реакциях переэтерификации масел для получения модифицированных пищевых жиров;

определены параметры применения ферментного препарата на основе липазы бактерии *G. stearothermophilus* G3 для получения модифицированных пищевых жиров, а для ферментного препарата на основе эстеразы estUT1 – для гидролиза малатиона в очистке сточных вод локальных очистных сооружений г. Новосибирска;

создана система оценки эффективности различных использованных в работе

подходов к очистке сточных вод локальных очистных сооружений г. Новосибирска с использованием выделенных в работе штаммов микроводорослей и ферментных препаратов;

представлены сравнительные данные о преимуществах применения разработанного ферментного препарата на основе эстеразы estUT1 для очистки сточных вод от малатиона по сравнению с существующими методами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использованы современные жидкостные и газовые хроматомасс-спектрометры, проточный цитофлуориметр, спектрофлуориметр. Достоверность полученных данных подтверждается их воспроизводимостью в серии экспериментов и статистической обработкой;

теория построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными результатами по теме диссертации и в смежных областях;

идея базируется на анализе практики применения биотехнологических подходов для получения востребованных продуктов биотехнологии (биотоплива, янтарной кислоты, модифицированных жиров и ферментных препаратов) и обобщении передового мирового опыта аналогичных исследований;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике в отношении эффективности использованных в работе биотехнологических подходов для получения биотоплива, ферментных препаратов, янтарной кислоты и модифицированных жиров;

установлено качественное и количественное совпадение результатов автора с результатами, представленными в независимых источниках научной информации по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение являлось возможным и обоснованным, в том числе: в отношении свойств микроводорослей, ферментных препаратов, а также получения этанола с применением термотолерантных дрожжей на каталитических гидролизатах целлюлозы;

использованы: современные методики сбора и обработки исходной информации с помощью аналитических (газовой и высокоэффективной жидкостной хроматомасс-спектрометрии, флуориметрии, проточной цитофлуориметрии) и статистических методов (дисперсионного и регрессионного анализа, метода главных компонент, метода дискриминантного анализа на основе частных наименьших квадратов, метода поверхности отклика); представительные выборочные совокупности метаболитов микроводорослей, параметров ферментного препарата эстеразы estUT1-TrxA и реакции перереэтерификации с использованием ферментного препарата Ката с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в: участии в формулировании цели и задач исследования, планировании и проведении экспериментов, анализе, обобщении и интерпретации полученных экспериментальных данных, апробации результатов исследования на научных конференциях и подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, относящихся к сути диссертации, однако был задан ряд вопросов. Соискатель Сорокина К.Н. согласилась с замечаниями и ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы:

Вопрос: Как регистрировали, что тип питания при выращивании микроводорослей был миксотрофным? Ответ: Штаммы выращивали при 2000-3000 люкс, в диссертации также приведен состав всех использованных сред, среда WW содержала преимущественно аммонийный соли и хлориды. Кроме того, для нее измеряли показатель ХПК, характеризующий количество органического компонента в среде. Это и характеризует миксотрофный режим культивирования;

Вопрос: Перечислите основные фундаментальное и прикладное значение вашей диссертации? Ответ: Основным фундаментальным значением диссертации является изучение метаболизма штаммов микроводорослей.

Результаты этой работы могут служить основанием для дальнейших работ по направленной генетической модификации микроводорослей с целью увеличения продукции липидов. Кроме того, в работе показано, что те среды, которые в основном используются для культивирования микроводорослей (а именно ВВМ), не адекватно отражают метаболизм микроводорослей на сточных водах. Прикладное значение, в первую очередь это применение ферментных препаратов для получения модифицированных пищевых жиров. Сейчас в мире существует один коммерческий препарат для этих целей, поэтому разработка отечественного аналога представляет значительный практический интерес;

Вопрос: В презентации на слайде 21 встречается индекс ImD, а в диссертации указан индекс IcD (показатель количества белка, который остается после иммобилизации), там указан и метод расчета. Где ошибка – в диссертации или в презентации? Эффективен ли данный способ для получения ферментного препарата на этом типе носителя? Ответ: Допущена опечатка на слайде презентации, в диссертации приведены корректные сведения. Данный способ не очень эффективен для получения ферментного препарата на этом типе носителя, так как иммобилизуется лишь малое количество белка, а большая часть его подвергается инактивации из-за взаимодействия с глутаровым альдегидом, однако, применение такого носителя оправдано тем, что позволяет использовать его в реакторе колонного типа;

Вопрос: Насколько будет экономически целесообразно использовать микроводоросли для получения липидов (а не макроводоросли)? Ответ: В настоящее время для нашей страны актуальна переработка возобновляемых источников сырья. Однако разработка технологий применения возобновляемых источников сырья имеет актуальность в любое время из-за волатильности цен на ископаемое сырье. По последним данным, в Японии разрешено использование авиатоплива с добавлением компонентов, полученного на основе биомассы микроводорослей, таким образом, это

подтверждает экономическую целесообразность применения этих технологий;

Вопрос: Какие еще среды кроме WW использованы в работе, и чем они отличаются? Ответ: Кроме среды WW использовали базовую среду BBM (основной компонент – нитраты) и среду OECD (моделирует состав сточных вод, но в отличие от WW не является реальными сточными водами, а содержит их некоторые компоненты). Были также проведены исследования на реальных (неавтоклавированных сточных водах), но эти результаты в работе не приведены;

Вопрос: Почему для анализа роста и продукции липидов у микроводорослей (фотосинтетиков) из разных таксонов задавали одну освещенность, с учетом того, что липиды – это не основные соединения, а запасные, суперпродукция будет только в неоптимальных условиях, возможно вы упустили наиболее продуктивные штаммы? Ответ: Первоначально задача по выделению штаммов микроводорослей была поставлена широко, нужно было найти штамм, который легко культивировался в лабораторных условиях, не был требователен к определенным средам для культивирования. Освещенность не оптимизировалась на стадии отбора, но оптимизировалась для отдельных штаммов при анализе факторов, влияющих на накопление липидов на стерилизованных сточных водах. Кроме того, эксперименты по отбору штаммов проводились в разное время и не было единой задачи по оценке влияния освещённости на состав биомассы;

Вопрос: Что в составе сточных вод сдвигает метаболизм липидов (у микроводорослей), что вы планировали обнаружить, каков был посыл работы? Ответ: Вначале изучали метаболизм на сточных водах, затем изучали действие различных факторов на накопление липидов: освещенности, содержания компонентов сред; наибольшее влияние оказывало добавление солей в среду. Сточные воды Новосибирских очистных сооружений обладают высокой соленостью, что говорит о

практическом смысле работы. Одной из фундаментальных задач работы было найти факторы, вызывающие накопление нейтральных липидов у штаммов, которые в норме их не продуцируют, но продуцируют большое количество биомассы, чтобы затем их можно было модифицировать с помощью генетической инженерии;

Вопрос: Вы намеренно помещали продуценты в такие условия, чтобы вызвать накопление липидов с высокой насыщенностью, это решение биотехнолога или это фактор случайности? Ответ: Вначале был проведен скрининг коллекции и был обнаружен штамм с высоким содержанием насыщенных жирных кислот (*Scenedesmus abundans*). При этом наши иностранные коллеги также выделили аналогичный штамм, который обладал сравнимыми с нашим штаммом характеристиками. Работу вели с широко распространенными штаммами, которые хорошо культивировались в лабораторных условиях, при этом штаммы, которые требуют особых условий культивирования, используются преимущественно в коллекциях микроводорослей. Поэтому тяжело сказать, была ли это случайность, или это было сделано целенаправленно;

Вопрос: Какова степень цельности работы – если убрать один раздел работы, пострадает ли цельность? Ответ: В ИК СО РАН это направление относительно новое, основной задачей было развитие междисциплинарных исследований в области переработки биомассы, сочетающей каталитические и биотехнологические подходы, позволяющей получать неожиданные результаты (например, переработка каталитических гидролизатов, наработка сырья с требуемыми характеристиками для последующей каталитической переработки). Моей задачей было выстраивание новых процессов, поэтому работа носит разноплановый характер и поэтому нет единообразия. С одной стороны, это недостаток, а с другой – достоинство. Если убрать какую-то часть, то результат сильно не изменится;

Вопрос: Есть ли у вас единое направление в работе, или специфический подход, который никто больше не реализует? Ответ: Основной подход –

комплексность процессов, связанная с реализацией других технологических процессов, в том числе химических, при выполнении междисциплинарных исследований. Особенность работы – глубокое проникновение в другие области (например, в катализ: в рамках работы нарабатывали биомассу с характеристиками, позволяющими применять ее без дезактивации катализаторов);

Вопрос: С какой целью березу перерабатывали в этанол – для топливных целей, для технических? Ответ: Целлюлозу перерабатывали в этанол как биотопливо, это была первая работа подобного рода. Изначально брали этот тип целлюлозы, но, наверное, можно было попробовать использовать какой-то другой;

Вопрос: Слайд 26 - правильно ли соединять отдельные точки графика, или надо построить аппроксимацию? Будет ли при этом воспроизводиться положение тех же точек на графике? Ответ: Положение точек на графике воспроизводиться не будет. Можно было построить аппроксимацию, но в литературе используют и соединение точек, и аппроксимацию;

Вопрос: Вы использовали инструментальные методы, которые были созданы где-то в другом месте, или есть методы, которые Вы лично разработали? Ответ: В работе использовали модификации существующих методик. Абсолютно новый метод не разрабатывали;

Вопрос: Что означает экспериментальное и теоретическое значение выхода этанола в таблице? Ответ: Экспериментальное значение – значение, полученное в эксперименте. Теоретическое значение рассчитывается в процентах от максимально возможного теоретического выхода этанола (это вычисляемое значение, характеризующее количество этанола, получаемое из определенного количества глюкозы в идеальных условиях с учетом всех биохимических циклов). Это стандартный расчёт;

Вопрос: У вас очень сложная система, а в работе достигнут такой высокий выход. Как так получилось? Ответ: Полученные данные близки к тому, что описано в литературе по аналогичным процессам, кроме того, все в работе статистически достоверно.

На заседании **06 июня 2023** года диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений в области фундаментальных механизмов накопления липидов микроводорослей, исследования свойств липолитических ферментов, а также разработку новых подходов к получению востребованных продуктов биотехнологии, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющее важное хозяйственное значение для развития биотехнологических производств химических веществ, биотоплива и ферментных препаратов, присудить **Сорокиной К.Н.** ученую степень доктора биологических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.5.6. Биотехнология отрасли биологические науки, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – **17**, против – **0**.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
д.ф-м.н.

Барцев Сергей Игоревич

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.б.н.

Дементьев Дмитрий Владимирович

06.06.2023