



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

**ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ
ИМ. С.Н. ВИНОГРАДСКОГО**

119071, Москва, пр-т 60-летия Октября д. 7,
корп. 2

Тел. +7 (499) 135-21-39, факс (499) 135-65-
30

www.fbras.ru, inmi@inmi.ru

Г
УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФИЦ Биотехнологии РАН,
член - корреспондент РАН,

профессор, д.х.н.

Попов
В.О. Попов

2018 г.



Заключение

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» на
диссертационную работу Никитиной А.А. «Биотехнологические и микробиологические
асpekты термофильной анаэробной переработки коммунальных органических отходов при
высокой нагрузке по субстрату».

Диссертационная работа «Биотехнологические и микробиологические аспекты
термофильной анаэробной переработки коммунальных органических отходов при высокой
нагрузке по субстрату» была выполнена в лаборатории Микробиологии антропогенных
мест обитания Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального
государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные
основы биотехнологии» Российской академии наук». В период подготовки
диссертационной работы соискатель Никитина Анна Александровна исполняла
обязанности младшего научного сотрудника.

Никитина Анна Александровна, 1989 года рождения, в 2012 году окончила
Биологический факультет Вятского государственного университета по специальности
«Микробиология». С ноября 2012 г. по октябрь 2016 г. Никитина Анна Александровна
обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Российской академии наук
(ИИМИ РАН, с 15.07.2015 г. - Федерального государственного бюджетного учреждения
науки «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы
биотехнологии» Российской академии наук»). С 2012 г. Никитина Анна Александровна
работала в ИИМИ РАН в должности младшего научного сотрудника.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 22 августа 2017 г. в Федеральном
государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные
основы биотехнологии» Российской академии наук».

Тема диссертационной работы утверждена на заседании Ученого совета
Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (Протокол №2/1

от 30.03.2018).

Научный руководитель:

Литти Юрий Владимирович, кандидат биологических наук (специальности 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) и 03.02.03 Микробиология), старший научный сотрудник лаборатории Микробиологии антропогенных мест обитания Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Научный консультант:

Ножевникова Алла Николаевна, доктор биологических наук (специальность 03.02.03 Микробиология), заведующая лабораторией Микробиологии антропогенных мест обитания Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

Подготовленная диссертационная работа Никитиной А.А. была представлена 14 июня 2018 года на заседании совместного семинара лабораторий Микробиологии антропогенных мест обитания, Реликтовых микробных сообществ и Разнообразия и экологии экстремофильных прокариот Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы работы

Твердые бытовые отходы (ТБО) и осадки, образующиеся в процессе очистки сточных вод (ОСВ), являются основными коммунальными отходами. Основным способом утилизации коммунальных отходов в России является захоронение на полигонах ТБО, оказывающих долгосрочное негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Анаэробное метановое сбраживание - одна из наиболее перспективных технологий переработки коммунальных и других органических отходов. Применение технологии анаэробного сбраживания позволяет значительно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и получить ценный энергоноситель - биогаз. Широкое распространение данной биотехнологии ограничивается высокими капитальными затратами на строительство метантенков, которые прямо пропорциональны их размерам. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на повышение производительности существующих и новых реакторов, в частности, путем коферментации отходов, снижения влажности субстратов и повышения нагрузки по субстрату. Ко-ферментация ОСВ и ОФ-ТБО позволяет сбалансировать состав питательных веществ и влажность смеси и увеличить разнообразие микроорганизмов, участвующих в деградации отходов. Снижение влажности субстратов позволяет снизить потребление воды, расходы на обезвоживание сброшенной массы и очистку фильтрационных вод, тепловые потери и энергоемкость процесса. Повышение нагрузки позволяет увеличить скорость образования и выход биогаза. Для повышения эффективности разделения жидкой и твердой фаз различных отходов, широко используют флокулянты, в особенности на основе поликариламида. Обработанные флокулянтами отходы в дальнейшем подвергаются стандартной переработке, однако, данные о влиянии поликариламидных флокулянтов на процесс анаэробного сбраживания отходов в термофильных условиях и при сниженной влажности отсутствуют.

Основным условием для эффективной работы высокопроизводительных реакторов

является поддержание стабильности процесса, т.к. с увеличением нагрузки повышается риск дестабилизации анаэробного сбраживания, особенно в термофильных условиях, вследствие избыточного накопления летучих жирных кислот (ЛЖК) и последующего снижения рН. Это связано с тем, что скорость роста и активность гидролитических и кислотогенных микроорганизмов выше, чем у метаногенных архей, осуществляющих с помощью синтрофных бактерий стадию трансформации промежуточных метаболитов, в первую очередь водорода и ЛЖК, в метан. При превышении определенной концентрации, ЛЖК оказывают ингибирующее воздействие на метаногенное микробное сообщество, что может привести к снижению скорости процесса, вплоть до его полной остановки. Изучение синтрофных микробных ассоциаций, участвующих в процессе разложения отходов, может служить ключом для понимания способов регуляции работы реакторов с высокой нагрузкой по субстрату.

Конкретное участие автора в получении научных результатов

Соискатель принимал участие во всех этапах исследования – от постановки задач и проведения экспериментов до обсуждения полученных данных, подготовки их к публикации и представления на конференциях.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов, полученных соискателем

Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне с использованием современных методов исследования в области микробиологии и биотехнологии. Представленные в работе данные являются достоверными, а выводы и положения обоснованными.

Научная новизна работы

Подобран эффективный инокулят для инициации процесса анаэробной коферментации пищевых отходов и избыточного активного ила. Определено оптимальное соотношение инокулята к субстрату для запуска процесса анаэробного сбраживания осадков сточных вод (ОСВ) со сниженной влажностью. Проведено комплексное исследование термофильной анаэробной ко-ферментации ОСВ и органической фракции твердых бытовых отходов с выявлением оптимального соотношения ко-субстратов и нагрузки по субстрату.

Впервые изучено влияние катионного полиакриламидного флокулянта на процесс термофильного анаэробного сбраживания органических отходов при сниженной влажности. Впервые показана возможность использования флокулянта для восстановления метаногенеза в закисленных вследствие избыточного накопления летучих жирных кислот (ЛЖК) анаэробных реакторах.

Получены высокоэффективные синтрофные консорциумы, устойчивые к высоким концентрациям ЛЖК (ацетата, пропионата и бутират). Показана смена основного пути метаногенеза с ацетокластического на гидрогенотрофный, связанная с синтрофным окислением ацетата при высоких концентрациях бутирата и ацетата в среде. Выделена термофильная бактерия нового вида, способная к синтрофному росту с гидрогенотрофным метаногеном на среде с глицерином и лактатом. На основании данных анализа генома и сравнения морфологических и физиологических признаков выделенного штамма и представителей ближайших филогенетически родственных бактерий выделенный микроорганизм отнесен к новому виду нового рода, для которого предложено название '*Thermosaenobacter saccharolyticus*'.

Практическая значимость работы

Полученные данные могут быть использованы для создания новых высокопроизводительных технологий анаэробной переработки органических отходов со

сниженной влажностью субстратов и высокой нагрузкой по субстрату, а также для повышения производительности уже существующих биореакторов. Показано, что поликаррагидный флокулянт может быть использован для восстановления метаногенеза в закисленных реакторах с избыточным накоплением ЛЖК. Отработана стратегия запуска реактора с высокой нагрузкой по субстрату, позволяющая избежать дестабилизации процесса. Полученные синтрафные консорциумы, устойчивые к высоким концентрациям ЛЖК, позволяют значительно повысить эффективность и стабильность анаэробного сбраживания, а также могут быть использованы для восстановления метаногенеза при дестабилизации процесса.

Соответствие содержания диссертации специальностям, по которым она рекомендуется к защите

Представленная Никитиной Анной Александровной диссертационная работа посвящена изучению биотехнологических и микробиологических аспектов переработки коммунальных органических отходов в термофильных условиях при сниженной влажности и высокой нагрузке по субстрату. Работа соответствует специальностям 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) и 03.02.03 Микробиология, по которым рекомендуется к защите.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем научной степени

По теме диссертационной работы опубликовано 3 статьи в изданиях, удовлетворяющих требованиям п.13 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. №842, и перечню рецензируемых журналов ВАК РФ, и 1 патент:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1) Никитина А.А., Кевбрин М.В., Каллистова А.Ю., Некрасова В.К., Литти Ю.В., Ножевникова А.Н. Интенсификация микробного разложения органической фракции бытовых отходов: лабораторные и полевые эксперименты // Прикладная биохимия и микробиология, 2015, т. 51, № 4, с. 1 – 10.

2) Litti Y., Nikitina A., Kovalev D., Ermoshin A., Mahajan R., Goel G., Nozhevnikova A. Influence of cationic polyacrylamide flocculant on high-solids anaerobic digestion of sewage sludge under thermophilic conditions // Environ Technol., 2017, 1-10. doi: 10.1080/09593330.2017.1417492.

3) Ковалев Д.А., Ковалев А.А., Никитина А.А., Литти Ю.В., Ножевникова А.Н., Караева Ю.В. Применение повышенного давления в реакторном пространстве и кондуктивных материалов для интенсификации анаэробного сбраживания // Журнал «Труды Академэнерго». – 2018. - № 3. – с. 72-80.

Патент:

1) Н.И. Куликов, Ю.В. Литти, А.А. Никитина, А.Н. Ножевникова. Анаэробный кислотогенный биореактор для подготовки органической фракции ТБО совместно с активным илом аэротенков канализационной очистной станции к сбраживанию для получения биогаза. Патент РФ №172189 от 30.06.2017.

Результаты работы представлены в виде устных и стеновых докладов на 15 научных конференциях и конгрессах.

Считать диссертационную работу Никитиной Анны Александровны «Биотехнологические и микробиологические аспекты термофильной анаэробной переработки коммунальных органических отходов при высокой нагрузке по субстрату» законченным научно-квалификационным исследованием, которое соответствует п. 9

"Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. №842, и профилю диссертационного совета Д002.247.02 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук». Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) и 03.02.03 Микробиология.

Рекомендовать диссертационную работу Никитиной Анны Александровны «Биотехнологические и микробиологические аспекты термофильной анаэробной переработки коммунальных органических отходов при высокой нагрузке по субстрату» к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) и 03.02.03 Микробиология.

Заключение принято на совместном научном семинаре лабораторий Микробиологии антропогенных мест обитания, Реликтовых микробных сообществ и Разнообразия и экологии экстремофильных прокариот Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» путем открытого голосования. Результаты голосования: "за" - 24 человека, "против" - нет, "воздержалось" - нет. Протокол № 1 от 14.06 2018 г.

Председатель семинара
зам. директора ФИЦ Биотехнологии РАН,
зав. лабораторией Реликтовых микробных
сообществ, д.б.н., профессор

/Н.В. Пименов/

Рецензент
зав. лабораторией Разнообразия и экологии
экстремофильных прокариот, д.б.н.

/А.И. Слободкин/

Рецензент
с.н.с. лаборатории Реликтовых микробных
сообществ, к.б.н.

/В.В. Кевбрин/

Секретарь,
н.с. лаборатории Микробиологии
антропогенных мест обитания
ФИЦ Биотехнологии РАН, к.б.н.

/Е.А. Бочкова/