

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»
Институт фундаментальной медицины и биологии
Кафедра микробиологии

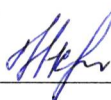
Направление подготовки: 06.03.01 – Биология

Профиль подготовки: Микробиология и вирусология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА КОНВЕРСИЮ
ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА И СТРУКТУРУ МИКРОБНЫХ
СООБЩЕСТВ АНАЭРОБНЫХ СИСТЕМ

Студент 4 курса
группы 01-802

" 31 " мая 2022 г.



(Новикова Н.С.)

Научный руководитель
д.б.н., профессор

" 31 " мая 2022 г.



(Зиганшин А.М.)

Заведующий кафедрой
микробиологии

д.б.н., профессор

" 31 " мая 2022 г.



(Ильинская О.Н.)

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Анаэробная конверсия биомассы	6
1.2 Субстраты для метаногенной трансформации биомассы	7
1.3 Отходы птицеводства как субстрат для метангенерации	8
1.4 Микробные сообщества анаэробных систем	9
1.5 Промышленные биогазовые установки	13
1.6 Термофильный и мезофильный режимы анаэробной конверсии биомассы	15
1.7 Механизмы ускорения метангенерации	18
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	21
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	21
2.1 Субстрат и его характеристики	21
2.2 Конверсия субстрата в анаэробных лабораторных реакторах	21
2.3 Аналитические методы	22
2.4 Анализ микробных сообществ анаэробных систем	23
2.5 Статистический анализ данных	25
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	26
3.1 Влияние различных концентраций углеродных нанотрубок на процесс анаэробной конверсии куриного помета	26
3.2 Влияние внесения углеродных нанотрубок на структуру микробных сообществ анаэробных систем	32
ВЫВОДЫ	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	39

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование технологий безотходного производства является стратегическим элементом устойчивого развития общества [Lesovik *et al.*, 2020]. Во всем мире ведется интенсивная животноводческая деятельность, так ежегодно в мире выращивается около 56 миллиардов голов домашнего скота. Ожидается, что к 2050 году это количество удвоится. Накопление органических отходов, отсутствие их должной обработки могут привести к серьезным экологическим проблемам, таким как выбросы неконтролируемых газов, деградация почвы, загрязнение поверхностных и грунтовых вод [López-Sánchez *et al.*, 2022].

Одним из наиболее эффективных технологий преобразования биомассы, в том числе отходов и остаточной биомассы, является анаэробная конверсия. Данная биотехнология позволяет контролировать утилизацию большого количества отходов сельского хозяйства и производства и получать возобновляемую энергию в виде выделяющегося биогаза, который в дальнейшем, после соответствующей обработки, можно использовать в качестве газообразного топлива или для производства электроэнергии [Tekle, Sime, 2022; Niemiec *et al.*, 2022].

Анаэробная конверсия биомассы является биохимическим процессом, где с участием разнообразных микроорганизмов происходит трансформация органических материалов с синтезом биометана, который имеет свойства, аналогичные природному газу [Prussi *et al.*, 2021]. Процесс дает побочный продукт – дигестат, который может быть использован в качестве биоудобрения [Niemiec *et al.*, 2022].

На эффективность анаэробной конверсии биомассы влияют такие параметры, как pH, температура, длительность процесса, содержание летучих жирных кислот и аммония [Niemiec *et al.*, 2022]. Температура рассматривается как один из важных факторов, оказывающих большое влияние на активность анаэробных микроорганизмов. Различают психрофильный (до 20°C),

мезофильный (30-40°C) и термофильный (50-65°C) режимы эксплуатации анаэробных систем; чаще применяют мезофильный и термофильный режимы.

Сегодня особое внимание уделяется возможности использования различных видов отходов в качестве субстрата для производства биометана [Niemiec *et al.*, 2022]. В настоящем исследовании в качестве субстрата применяли куриный помет. Высокое содержание органического вещества и слабощелочная среда куриного помета благоприятно сказывается на жизнедеятельности микроорганизмов, принимающих участие в анаэробной конверсии. Но для моноконверсии куриный помет считается «проблемным субстратом», ввиду повышенного содержания аммонийного азота, оказывающего ингибирующий эффект на метаногенные микроорганизмы [Roeschel *et al.*, 2017].

В последнее время среди актуальных исследований в области анаэробной конверсии биомассы выделяют работы с применением различных агентов стимуляции анаэробных микробных сообществ. Так, углеродные наноматериалы широко изучаются как новые многофункциональные материалы для оптимизации анаэробной конверсии биомассы [Igarashi *et al.*, 2020].

Целью настоящей работы стала оценка влияния углеродных нанотрубок на процесс мезофильной анаэробной конверсии куриного помета.

В работе решались следующие задачи:

- 1) Оценить эффект внесения углеродных нанотрубок различной концентрации на процесс анаэробной моноконверсии куриного помета.
- 2) Оценить разнообразие микробных сообществ, ответственных за анаэробную конверсию куриного помета.

ВЫВОДЫ

1) Выявлено, что углеродные нанотрубки оказывают стимулирующий эффект на выработку метана в ходе моноконверсии отходов птицеводства. Общий выход биометана в контрольном реакторе составил 10628 мл, тогда как в реакторах с добавлением УНТ до 11377 мл. Концентрация углеродных нанотрубок 3.5 г/л отмечена как оптимальная при конверсии куриного помета в мезофильных условиях.

2) Выявлено, что в конверсии куриного помета участвовали бактериальные представители фил *Bacteroidetes* и *Firmicutes*, а также метаногенные археи родов *Methanosarcina* и *Methanobacterium*, которые участвовали в ацетокластическом и гидрогенотрофном метаногенезе.