

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
ЭФФЛЮЭНТ АНАЭРОБНОЙ КОНВЕРСИИ
ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ КАК ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА
ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *CHLORELLA SOROKINIANA*

Студент 4 курса
группы 01-805

" 30 " МАЯ 2022 г.

 _____ (Ачкасова М.А.)

Научный руководитель
д.б.н., профессор

" 30 " МАЯ 2022 г.

 _____ (Зиганшин А.М.)

Заведующий кафедрой
микробиологии

д.б.н., профессор

" 30 " МАЯ 2022 г.

 _____ (Ильинская О.Н.)

Казань – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1 Перспективы использования микроводорослей в биотехнологии	7
1.2 Технологические достижения в сфере микроводорослевых биотехнологий	12
1.3 Применение микроводорослей в сфере утилизации отходов и очистки водных объектов.....	16
1.4 Режимы культивирования микроводорослей.....	19
1.5 Бактериальные партеры микроводорослей	21
1.6 <i>Chlorella sorokiniana</i> : характеристика и потенциал в отрасли биоремедиации	24
1.7 Потенциал микроводоросли <i>Chlorella sorokiniana</i> в биоремедиации производственных и муниципальных сточных вод	25
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	29
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	29
2.1 Выделение и идентификация штамма	29
2.2 Получение инокулята	30
2.3 Культивирование в фотобиореакторе	30
2.4 Методы контроля роста и продуктивности штамма	32
2.5 Анализ микробных сообществ	33
2.6 Математическая обработка результатов.....	34
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	35
3.1 Рост и продуктивность штамма <i>Chlorella sorokiniana</i> AM-02	35

3.2 Эффективность удаления питательных веществ <i>Chlorella sorokiniana</i> АМ-02	40
3.3 Анализ структуры бактериальных сообществ, сформировавшихся в процессе культивирования <i>C. sorokiniana</i> АМ-02 в питательной среде на основе эффлюента.....	42
Заключение	45
ВЫВОДЫ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение окружающей среды в настоящее время является проблемой глобального масштаба. С каждым годом увеличивается количество отходов и вторичного сырья сельскохозяйственной отрасли, стоит проблема эффективной очистки промышленных и коммунальных сточных вод, которые включают в себя как органические, так и неорганические продукты, например ксенобиотики, тяжелые металлы, микропластик, соединения азота, фосфора, углерода и другие вещества. Это создаёт нагрузку на пищевые цепи, что неблагоприятно сказывается на всех живых существах, в том числе и на человеке [Hammed *et al.*, 2016].

Одним из современных и активно изучаемых методов очистки окружающей среды является биоремедиация. Биоремедиация – это созданный человеком процесс, в котором микроорганизмы используются для удаления и преобразования загрязняющих и токсичных веществ. Биоремедиация считается эффективной и экономически выгодной альтернативой более распространённым методам удаления загрязнителей. Эффективность данного способа зависит от характеристик используемого микроорганизма, его метаболизма и в значительной степени от условий окружающей среды [Mandal *et al.*, 2012].

В отличие от других микроорганизмов, микроводоросли как агенты биоремедиации уникальны тем, что способны к фотосинтезу и утилизации как неорганического, так и органического углерода, скоростью своего роста и повышенной продуктивностью. Микроводоросли потенциально подходят для смягчения воздействия на окружающую среду ряда соединений, включающих азот, фосфор, тяжёлые металлы и другие загрязняющие компоненты [Hammed *et al.*, 2016]. Поэтому грамотное использование биоремедиации с использованием микроводорослей имеет важное значение, так как это позволит успешно удалять загрязняющие вещества из бытовых и промышленных

сточных вод, стоков животноводческих ферм, сельскохозяйственных угодий и других природных или антропогенных источников.

Одной из наиболее многообещающих микроводорослей является зеленая микроводоросль *Chlorella sorokiniana* (*Chlorophyta*; *Chlorellaceae*), демонстрирующая высокий потенциал в производстве биотоплива, пищевых продуктов и ценных соединений.

Целью настоящей работы стала оценка способности штамма зеленой микроводоросли *Chlorella sorokiniana* AM-02 утилизировать побочные продукты анаэробной конверсии отходов сахарного и спиртового производства в качестве основных источников питательных веществ.

В работе решались следующие задачи:

1) Оценить показатели роста и продуктивности штамма *C. sorokiniana* AM-02 при различных режимах культивирования.

2) Оценить потенциал утилизации соединений азота, фосфора и серы штаммом *C. sorokiniana* AM-02 при культивировании на эффлюенте анаэробной конверсии органических отходов.

3) Оценить состав бактериальных сообществ, сформировавшихся в процессе культивирования *C. sorokiniana* AM-02 в питательной среде на основе эффлюента анаэробной конверсии органических отходов.

ВЫВОДЫ

1) Повышенная скорость роста штамма *Chlorella sorokiniana* AM-02 отмечена при культивировании на среде с содержанием 10–20% эффлюента, тогда как повышенное накопление пигментов зафиксировано при росте культуры на среде с содержанием 30% и 40% эффлюента, а биомассы при 30% эффлюенте.

2) Выявлено, что штамм *Chlorella sorokiniana* AM-02 активно утилизирует ионы аммония в концентрациях 150–370 мг/л из среды на основе эффлюента. Наибольшая эффективность удаления фосфатов и сульфатов отмечена при культивировании на среде роста с 30% эффлюентом.

3) Преобладающими бактериальными филами в экспериментах, содержащих эффлюент, были *Bacteroidetes* и *Proteobacteria*. Относительная численность представителей филума *Proteobacteria* уменьшалась, а относительная численность представителей филума *Bacteroidetes* увеличивалась с увеличением концентрации эффлюента.