

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

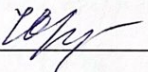
Направление подготовки: 06.03.01 – Биология

Профиль подготовки: Микробиология и вирусология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА БИОМАССЫ И СИНТЕЗА ЦЕННЫХ
ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА МИКРОВОДОРОСЛЯМИ
CHLOROPHYTA ПРИ РОСТЕ НА ЖИДКИХ ОТХОДАХ

Обучающийся 4 курса
группы 01-904

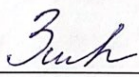
" 13 " *июня* 2023 г.

 Юрьева К.А.

Научный руководитель

канд. биол. наук, доцент


" 13 " *июня* 2023 г.

 Зиганшина Э.Э.

Заведующий кафедрой
микробиологии

д-р биол. наук, профессор

" 13 " *июня* 2023 г.

 Ильинская О.Н.

Казань – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Водоросли <i>Chlorophyta</i>	6
1.2 Характеристика водорослей семейств <i>Chlorellaceae</i> и <i>Scenedesmeceae</i> ..	8
1.3 Режимы культивирования микроводорослей.....	13
1.4 Культивирование микроводорослей в сточных водах.....	14
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	18
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	18
2.1 Штаммы	18
2.2 Подготовка посевного материала	18
2.3 Характеристики среды роста.....	19
2.4 Культивирование микроводорослей в фотобиореакторе	21
2.5 Контроль роста и продуктивности штаммов.....	22
2.6 Обработка данных	23
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	24
3.1 Характеристика роста штаммов микроводорослей в питательной среде на основе жидких отходов.....	24
3.2 Накопление белка микроводорослями при культивировании на жидких отходах.....	29
3.3 Эффективность удаление соединений азота клетками водорослей из среды роста.....	31
ВЫВОДЫ	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	35

ВВЕДЕНИЕ

Зеленые водоросли (фила *Chlorophyta*) представляют собой разнообразную группу эукариотических микроорганизмов, которая вызывает большой научный и практический интерес. Группа включает одноклеточные (такие как, хлорелла, хламидомонада), колониальные (вольвокс), нитчатые (кладофора) и ценоцитарные водоросли (многоядерные клетки, лишенные поперечной клеточной стенки, например каулерпа). Большинство хлорофитов являются автотрофами, но известны и гетеротрофы, такие как водоросли родов *Polytoma* и *Prototheca*. Зеленые водоросли обычно обитают в пресноводной и морской воде, но некоторые виды обитают на различных поверхностях, в почве, отдельные представители имеют симбиотические отношения с инфузориями и лишайниками. Данные микроорганизмы зачастую занимают доминирующее положение в экосистемах благодаря быстрым темпам роста и высокой приспособляемости [Sharma *et al.*, 2011].

Способность использовать солнечный свет для фиксации углерода более эффективна у водорослей, чем у наземных растений, что приводит к высокой генерации биомассы, богатой углеводами, липидами, белками и другими биоактивными полимерами. Биомасса водорослей и продукты их метаболизма могут быть использованы в качестве кормов, удобрений, биотоплива, и следовательно, находят и будут находить применение в различных областях [Fabris *et al.*, 2020].

Отдельные виды микроводорослей, в том числе и представители *Chlorophyta*, обладают способностью эффективно удалять из среды неорганические загрязняющие соединения, такие как фосфаты, нитраты, сульфаты, снижать концентрации тяжелых металлов, а также разлагать органические загрязнители, углеводороды, фармацевтические препараты и гербициды, что позволяет отнести их к перспективным агентам для очистки загрязненных и сточных вод с одновременным синтезом ценных продуктов [Chiellini *et al.*, 2020; Nagarajan *et al.*, 2020].

Использование недорогих альтернативных источников питательных веществ, таких как сточные воды и отходы производства, является важным шагом на пути к более экологичному и экономичному культивированию водорослей. Отдельные представители зеленых водорослей способны активно извлекать питательные вещества из разнообразных сред, в том числе из сточных вод и сред на основе жидких отходов для накопления ценной биомассы, однако на сегодняшний день данные представители относятся к относительно малоизученным группам микроорганизмов.

Так, целью настоящей работы стало сравнение характеристик роста и продуктивности штаммов водорослей филы *Chlorophyta* при культивировании на жидких отходах.

В ходе исследования решались следующие задачи:

- 1) Определение характеристик роста микроводорослей, принадлежащих семействам *Chlorellaceae* и *Scenedesmeceae*, при культивировании в среде роста на основе переработанных отходов сельского хозяйства.
- 2) Выявление параметров культивирования, обеспечивающих эффективное накопление микроводорослями белка.
- 3) Оценка степени утилизации микроводорослями соединений азота из среды на основе жидких отходов.

ВЫВОДЫ

1) Микроводоросли рода *Chlorella* продемонстрировали устойчивый рост при культивировании в средах с содержанием жидких отходов (с максимальным выходом биомассы 3.26 ± 0.18 г/л для *C. vulgaris* и 2.81 ± 0.10 г/л для *C. sorokiniana*). Повышенная концентрация отходов в среде роста снижала показатели роста микроводорослей семейства *Scenedesmaceae*.

2) Увеличение концентрации азота в среде культивирования способствовало повышению содержанию белка в биомассе микроводорослей. Так, наибольшая продуктивность была отмечена у представителя *Scenedesmaceae* sp. (до 53% от сухой биомассы).

3) Клетки микроводорослей *C. sorokiniana* эффективно удаляют аммонийный азот из питательной среды на основе обработанных жидких отходов агропромышленного комплекса.