

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 (специальность): 06.04.01 – Биология

Профиль (специализация, магистерская программа): Микробиология и вирусология

1.2 Потенциал микроводорослей рода *Chlorella* в фитобиоремедиации

1.3 Характеристики видов *Chlorella sorokiniana* и *Chlorella vulgaris*

1.4 Сравнение систем культивирования микроводорослей

1.5 Абиотические факторы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ЗЕЛЕННЫЕ МИКРОВОДОРОСЛИ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

1.7 Применение микроводорослей в очистке сточных вод

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Штаммы микроводорослей и культур микроорганизмов в фитобиоремедиации

Обучающийся 2 курса

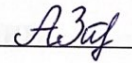
группы 01-040-2



Р.А. Алмуса

Научный руководитель


д-р биол. наук, доцент



А.М. Зиганшин

Заведующий кафедрой микробиологии

д-р биол. наук, профессор



О.Н. Ильинская

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Производство биомассы микроводорослей	6
1.2 Потенциал микроводорослей рода <i>Chlorella</i> в фитобиоремедиации	7
1.3 Характеристика видов <i>Chlorella sorokiniana</i> и <i>Chlorella vulgaris</i>	10
1.4 Сравнение систем культивирования микроводорослей	14
1.5 Абиотические параметры культивирования	16
1.6. Влияние трофического режима на метаболизм микроводорослей	18
1.7. Применение микроводорослей в очистке сточных вод	20
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	22
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	22
2.1 Штаммы микроводорослей и культивирование в фотобиореакторе	22
2.2 Подбор параметров культивирования	22
2.3 Культивирование на эффлюенте анаэробных систем	23
2.4 Методы оценки продуктивности культур	23
2.5 Математическая обработка результатов	25
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	26
3.1 Продуктивность штаммов <i>C. sorokiniana</i> AM-02 и <i>C. vulgaris</i> M4	26
3.2 Потенциал исследуемых культур микроводорослей в очистке вод	32
ВЫВОДЫ	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	36

ВВЕДЕНИЕ

Неконтролируемый сброс отходов в результате антропогенной деятельности способствует накоплению поллютантов в окружающей среде [Nanda *et al.*, 2021]. Среди проблем, с которыми сталкивается современное общество, особо выделяется необходимость эффективного и устойчивого управления сточными водами с целью сокращения загрязнения окружающей среды [Lima *et al.*, 2020; Ruiz *et al.*, 2013].

Традиционные системы очистки сточных вод недостаточно эффективны для полного удаления загрязняющих веществ. Микроводоросли изучаются и используются различными исследователями в целях биоремедиации водных объектов окружающей среды [Martínez-Hernández *et al.*, 2016; Nanda *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2021]. Сточные воды содержат необходимые питательные вещества для культивирования микроводорослей, что позволит сократить расходы на питательные среды. Микроводоросли как фотоавтотрофные микроорганизмы эффективно фиксируют углекислый газ. Следовательно, культивирование микроводорослей также способствует секвестрации углерода для смягчения последствий изменения климата [Min *et al.*, 2012]. Таким образом, микроводоросли являются перспективными кандидатами в области защиты окружающей среды [Nanda *et al.*, 2021].

Очистка сточных вод с высоким содержанием органических веществ с использованием систем на основе микроводорослей часто сочетается с предварительной очисткой или разбавлением сточных вод. Кроме этого, культивирование микроводорослей совместно с гетеротрофными микроорганизмами рассматривается исследователями в данной области как эффективный метод очистки сточных вод [Ho, Goethals *et al.*, 2020; Mantovani *et al.*, 2020; Robles *et al.*, 2020].

Целью настоящей работы стала характеристика роста и продуктивности ряда зеленых микроводорослей, культивируемых в среде,

содержащей побочные продукты анаэробной конверсии послеспиртовой барды и свекловичного жома.

В работе решались следующие задачи:

1. Сравнительный анализ продуктивности штаммов *Chlorella sorokiniana* AM-02 и *Chlorella vulgaris* M4, культивируемых в среде, содержащей эффлюент анаэробной конверсии биомассы.
2. Определение оптимального режима подачи CO₂ в фотобиореактор.
3. Оценка потенциала исследуемых культур микроводорослей в биоремедиации загрязнённых вод.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ВЫВОДЫ

- 1) По значениям характеристик роста штамм *C. sorokiniana* AM-02 характеризуется как более продуктивный.
- 2) Повышение уровня подаваемого CO₂ в биореактор увеличивало выход биомассы обеих культур незначительно.
- 3) *C. sorokiniana* AM-02 и *C. vulgaris* M4 эффективно удаляют повышенные концентрации ионы аммония из среды роста. При этом у *C. sorokiniana* AM-02 скорость потребления выше.

- 4) Al Khatib, A.M. A techno-economic assessment of microalgal culture technology implementation for combined wastewater treatment and CO₂ mitigation in the Arabian Gulf [Text] / A. M. Al Khatib, A. Almontani, S. N. Al-Fakh, S. Judo // Process Saf. Environ. Prog. – 2019. – V. 127. – P. 90-102.
- 5) Atadil, P. Comparison of *Chlorella vulgaris* and *Chlorella sorokiniana* in post treatment of dairy wastewater treatment plant effluents [Text] / P. Atadil, H.A. Rad, F. Qaderi // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2019. – V. 26. – P. 29473-29489.
- 6) Bak, J. Review of methods for assessing the impact of WWTPs on the natural environment [Text] / J. Bak, K. Barbusanski, M. Thomas // Clean Technol. – 2021. – V. 3. – P. 98-122.
- 7) Becker, E. W. Microalgae: biotechnology and microbiology, first edit [Text] / E.W. Becker // Cambridge University Press. – 1994.
- 8) Burkholder, J. M. Mixotrophy, a major mode of nutrition for harmful algal species in estuarine waters [Text] / J.M. Burkholder, P.M. Gilbert, J.L.M. Skelton // Harmful Algae – 2008. – V. 2. – P. 77-93.
- 9) Carvalho, A. P. Microalgal reactors: a review of enclosed system designs and performances [Text] / A.P. Carvalho, I.A. Maireses, F.X. Malcata // Biotechnol. Prog. – 2006. – P. 22. – P. 1490-1506.
- 10) Casero-Pineda, F. Photoinhibition: Physiological response of plants to high-light stress. A review [Text] / J. World. Sci. – 2007. – V. 1. – P. 114-122.