

## ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОБИОРЕАКТОРА ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Жумабоева Ферузабону Равшанбек кизи  
Ферганский государственный университет  
Магистр 1-курса направление биотехнология  
zumaboevaferuzabonu@gmail.com +998908453242  
ORCID ID 0009-0009-4321-1629

**Аннотация:** В тезисе описывается структура, принцип работы фотобиореактора, который обеспечивает рост и контроль роста микроводорослей и является самым эффективным способом их выращивания для различных целей.

**Ключевые слова:** фотобиореактор, *Chlorella*, *Spirulina*, биотехнологическая система, очистка сточных вод

На сегодняшний день экология, в частности её загрязнения, стала одной из глобальных проблем науки и общества. Примером этого может также служить рост загрязнения вод: Мирового океана, пресных водоемов и сточных вод. Повышенное содержание биогенных элементов, органических веществ и продуктов антропогенной деятельности приводит к эвтрофикации и нарушению естественного баланса экосистем. В связи с этим актуальным направлением современной биотехнологии является поиск экологически безопасных и ресурсосберегающих методов очистки воды.

Одним из перспективных решений является использование микроводорослей (*Chlorella*, *Spirulina*), способных активно поглощать соединения азота и фосфора, а также фиксировать углекислый газ в процессе фотосинтеза. Для повышения эффективности их культивирования применяются фотобиореакторы — специализированные установки, обеспечивающие контролируемые условия роста фототрофных микроорганизмов.

Структура фотобиореактора- типовая конструкция фотобиореактора включает:

-Прозрачный реакционный модуль (трубчатый, колонный или панельный корпус из стекла или полимера).

-Систему освещения -естественное солнечное, искусственное (LED-лампы определённого спектра)

-Систему аэрации и подачи CO<sub>2</sub>-обеспечивает перемешивание и газообмен. - Питательную среду- содержит макро- и микроэлементы.

-Систему контроля параметров- датчики температуры, pH, концентрации растворённого кислорода, плотности культуры

-Блок отбора биомассы

Принцип работы

Работа фотобиореактора основана на процессе фотосинтеза. При подаче света и углекислого газа микроводоросли используют неорганические вещества для синтеза органической биомассы.

Основные этапы функционирования:

1. Подача питательной среды (вода + минеральные соли).

2. Введение инокулята микроводорослей.

3. Освещение и аэрация:  $\text{CO}_2$  поступает в жидкую фазу, обеспечивая источник углерода.

4. Фотосинтетический рост культуры: поглощение азота и фосфора из среды.

5. Выделение кислорода как побочного продукта.

6. Накопление биомассы и её периодический отбор.

Эффективность работы определяется интенсивностью света, температурой, скоростью перемешивания и коэффициентом массопереноса  $\text{CO}_2$ .

Использование фотобиореакторов обеспечивает:

-повышение скорости роста микроводорослей;

-эффективное удаление биогенных элементов из сточных вод;

-снижение риска контаминации;

-возможность круглогодичного культивирования.

Дополнительным преимуществом является получение ценной биомассы, содержащей липиды, белки и пигменты, что открывает перспективы её использования в энергетике, сельском хозяйстве и фармацевтике

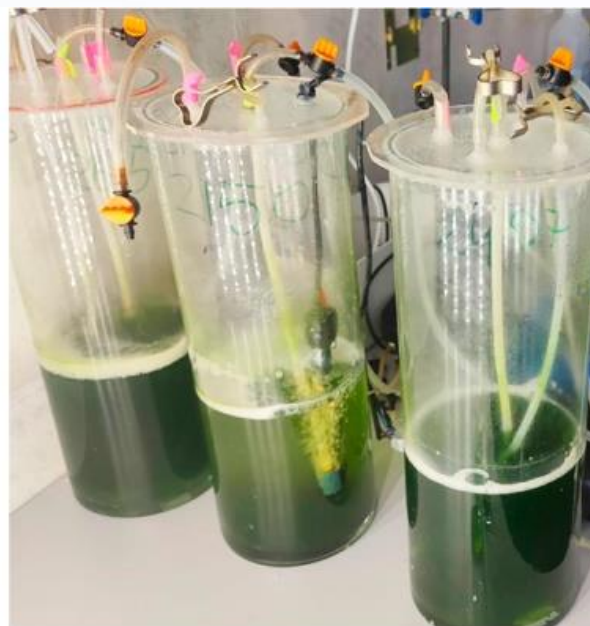
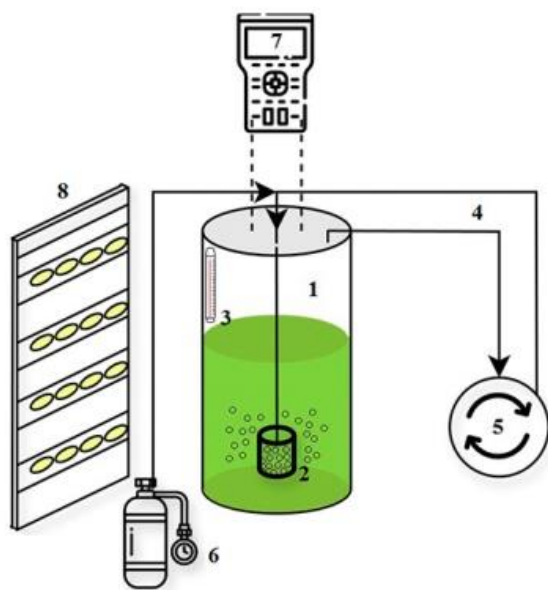


Схема и лабораторная установка - фотобиореактора – биофильтра для культивирования микроводорослей, в закрытом фотобиореакторе с биофиксацией  $\text{CO}_2$  (объемом 5 литров)

1- герметичные фотобиореакторы - биофильтры; 2 - распылители; 3 - теплонагреватель; 4 - трубки; 5 - аэратор; 6 - баллон для подачи  $\text{CO}_2$ ; 7 - газоанализатор; 8 - светодиодные лампы.

## Выводы

Очистка сточных вод с использованием фотобиореакторов на основе микроводорослей является эффективным и экологически безопасным методом биотехнологической обработки загрязнённых вод. Микроводоросли, такие как *Chlorella* и *Spirulina*, способны активно поглощать из водной среды соединения азота и фосфора,

которые являются основными компонентами органического загрязнения и причиной эвтрофикации водоёмов. В процессе фотосинтетического роста микроводоросли используют эти вещества как источник питания, что приводит к снижению концентрации биогенных элементов в сточных водах. Одновременно происходит поглощение углекислого газа и выделение кислорода, что улучшает качество водной среды и способствует восстановлению экологического равновесия. Применение фотобиореакторов позволяет осуществлять контролируемое культивирование микроводорослей, повышая эффективность очистки и обеспечивая возможность последующего использования образующейся биомассы в качестве ценного биоресурса.

Фотобиореактор представляет собой высокоэффективную биотехнологическую систему, позволяющую объединить процессы очистки сточных вод и получения биомассы микроводорослей. Оптимизация конструктивных параметров и режимов культивирования способствует повышению продуктивности и экологической безопасности технологии.

### Список литературы:

1. Ксенофонов Б. С., Тюменцева М. В., Козодаев А. С. и др. Разработка фотобиореактора для культивирования *Chlorella vulgaris* // Биологические науки. — 2024. — №4(4). — С. ... — DOI: ...
2. Трофимчук О. А., Малахов А. С. Автоматизированный фотобиореактор для культивирования микроводорослей *Chlorella vulgaris* / Томский политехнический университет, 2015.
3. Перспективы использования культивированных водорослей хлореллы при доочистке и обеззараживании сточных вод // Аграрный научный журнал. — 2021.
4. Improving the photobioreactor operation efficiency in the technological scheme of wastewater treatment // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021.
5. Shchegol’kova N. M. и др. Microalgae cultivation for wastewater treatment and biogas production at Moscow wastewater treatment plant // Water Science and Technology, 2018.