

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070100 – «Биотехнология»

Тореханова Макпал Меркибековна

Биоочистка сточных вод рыбного хозяйства и получение кормовых добавок для рыб на основе микроводорослей

Общая характеристика работы: Диссертационная работа посвящена исследованию возможности очистки сточных вод рыбоводных хозяйств с использованием микроводорослей, а также применению биомассы микроводорослей в качестве кормовой добавки для рыб. В ходе исследования была определена эффективность разложения органических и неорганических соединений в сточных водах с помощью микроводорослей, степень очистки воды, а также изучен биохимический состав и питательная ценность полученной биомассы. Кроме того, была проведена оценка возможности использования биомассы микроводорослей как кормовой добавки для улучшения роста и здоровья рыб. Результаты работы направлены на разработку прикладных решений, способствующих обеспечению экологической устойчивости в рыбоводстве и повышению эффективности производства.

Актуальность темы исследования: На сегодняшний день рыбоводческая индустрия является одной из самых быстроразвивающихся отраслей пищевой промышленности в мире. Развитие рыбоводства не только обеспечивает население важным источником питания, но и снижает нагрузку на природные запасы, уменьшив объемы вылова рыбы в естественной среде. Искусственное разведение рыбы способствует не только устойчивому производству рыбной продукции, но и восстановлению популяций ценных видов, что позволяет сохранять биологическое равновесие экосистем. Однако интенсивное развитие рыбоводства, помимо экономической эффективности, порождает ряд экологических проблем. Одной из наиболее значимых является загрязнение окружающей среды сточными водами рыбоводных хозяйств, содержащими азотсодержащие соединения (аммиак, нитриты, нитраты), фосфор и органические соединения углерода. В связи с этим разработка и внедрение безотходных и малоотходных технологий, рациональное использование природных ресурсов и защита окружающей среды с применением экологически ориентированного подхода являются стратегически важными задачами при развитии рыбоводства.

Большой потенциал в разработке безотходных технологий представляют микроводоросли, которые являются ценным объектом для исследований. Их применение в рыбоводстве обусловлено широкими метаболическими возможностями и высокой продуктивностью. Микроводоросли способны использовать органические вещества, содержащиеся в загрязненных сточных водах, в качестве источника питания, одновременно обеспечивая очистку этих вод. Как фотосинтезирующие организмы, они обогащают водную среду кислородом, ускоряя процессы окисления и минерализации органических соединений.

Кроме того, литература содержит многочисленные данные о бактериостатической и бактерицидной активности микроводорослей, что положительно сказывается на микробиологических характеристиках воды. Использование микроводорослей в процессе биоремедиации водоемов рыбоводства предоставляет возможность получения дешевой биомассы кормовой ценности, что делает их перспективным сырьевым источником для рыбоводства. Это особенно актуально в условиях острой нехватки качественного сырья для производства кормов, так как микроводоросли позволяют улучшать качество кормов, обогащая их различными природными биологически активными веществами.

Таким образом, культивирование микроводорослей в загрязненных сточных водах рыбоводческих хозяйств открывает возможности не только для очистки загрязненной воды, но и для создания экономически эффективного способа получения ценного природного продукта. Этот подход экологически полезен, так как способствует сохранению природных ресурсов, очищению водной среды и устойчивому развитию рыбоводства.

Цель исследования: Биологическая очистка сточных вод рыбного хозяйства на основе микроводорослей и получение кормовых добавок для рыб.

Задачи исследования:

1. Изучение возможностей биоочистки рыбохозяйственных сточных вод с помощью микроводорослей;

2. Культивирование микроводорослей в рыбохозяйственных сточных водах и анализ биохимического состава полученной биомассы;

3. Изучение потенциала микроводорослей в качестве кормовой добавки в рыбном хозяйстве;

4. Определить экономическую эффективность использования биологической добавки на основе микроводорослей в качестве корма для рыб.

Объекты исследования: В качестве объектов исследования использовали культуры микроводорослей *Chlorella vulgaris* SP BB-2, *Parachlorella kessleri* Bh2 и *Chlamydomonas reinhardtii* Dangeard CC-124, рыбу тиляпию (*Oreochromis niloticus*).

Методы исследования: В работе использовались биотехнологические, микробиологические, ихтиологические и физико-химические методы.

Научная новизна исследования: Показана возможность использования микроводорослей *Chlorella vulgaris* SP BB-2 для эффективной биоремедиации загрязненных сточных вод рыбного хозяйства.

Получена биомасса микроводорослей, богатая белками, углеводами и липидами, для использования в качестве кормовой добавки для рыб.

Определена экономическая эффективность использования биологической добавки на основе микроводорослей в качестве кормовой добавки для рыб тиляпии (*Oreochromis niloticus*).

Научная и практическая значимость работы: Микроводоросль *Chlorella vulgaris* SP BB-2 была выбрана как культура с высоким очистительным потенциалом для целей очистки сточных вод рыбных хозяйств, загрязненных различными органическими веществами.

Подобрано количество биологической добавки на основе микроводоросли *Chlorella vulgaris* SP BB-2 в качестве кормовой добавки для рыб тилapia (*Oreochromis niloticus*).

Определена экономическая эффективность использования биологической добавки на основе микроводорослей *Chlorella vulgaris* SP BB-2 в качестве кормовой добавки для рыб тилapia (*Oreochromis niloticus*).

В результате работы получен патент на изобретение «Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* SP BB-2, перспективный для получения биомассы и очистки сточных вод от органических загрязнений». Номер патента №35781 2021/0211.1.

Основные положения, выносимые на защиту: Микроводоросли *Chlorella vulgaris* SP BB-2 обладают высокой очищающей способностью с целью очистки сточных вод рыбных хозяйств, загрязненных различными органическими веществами.

Состав биомассы *Chlorella vulgaris* SP BB-2, культивируемой в сточных водах рыбного хозяйства, состоит из 57,0% белка, 11,4% углеводов и 16% липидов, а основная доля аминокислот представлена аланином, аргинином, аспарагиновой и глутаминовой кислотами, лизином и лейцином.

Добавление 25% биомассы *Chlorella vulgaris* SP BB-2 в качестве кормовой добавки в рационы рыб увеличивает продуктивность рыбного хозяйства;

Добавление 25% биомассы *Chlorella vulgaris* SP BB-2 в качестве кормовой добавки в рацион рыб улучшает качество экстерьерных и внутренних показателей тилapia (*Oreochromis niloticus*).

Основные результаты исследований и выводы:

1) Из изученных микроводорослей *Chlorella vulgaris* SP BB-2, *Parachlorella kessleri* Bh2 и *Chlamydomonas reinhardtii* Dangeard CC-124 микроводоросли *Chlorella vulgaris* SP BB-2 показали высокие темпы роста в сточных водах рыбного хозяйства.

2) При оценке эффективности штаммов микроводорослей при очистке рыбохозяйственных сточных вод установлено, что в водном составе снизилась концентрация ХПК, аммонийного азота и фосфора, улучшились микробиологические характеристики, в частности, снизился ОМЧ на 70-75%, коли-индекс снизился на 5. Установлено, что состав биомассы *Chlorella vulgaris* SP BB-2, культивируемой в сточных водах рыбного хозяйства, состоит из 57,0% белка, 11,4% углеводов и 16% липидов, а основная доля аминокислот представлена аланином, аргинином, аспарагиновой кислотой и глутаминовой кислотой, лизин и лейцин. Липидный экстракт штамма *C. vulgaris* SP BB-2 состоял из 30,7% насыщенных и 69,3% полиненасыщенных жирных кислот, содержание жирных кислот в общем липиде составило 90,2 мг/г.

3) Биомасса микроводорослей, добавленная в корм тилapia в различных концентрациях, в том числе 25% кормовая добавка на основе микроводорослей *Chlorella vulgaris* SP BB-2, оказала положительное влияние на рост и развитие морфофизиологических показателей тилapia. Установлено, что добавление в рацион рыб в качестве пищевой добавки 25% биомассы *Chlorella vulgaris* SP BB-2 приводит к увеличению максимального привеса на 102 г и среднесуточного

прироста на 1,46 г по сравнению с контрольной группой на ~13. %. Биологическая добавка рыб тилapia (*Oreochromis niloticus*) на основе микроводорослей имела хорошие внешние и внутренние показатели. Доказано, что рыба опытной группы имеет высокие товарные качества по таким внутренним показателям, как длина кишечника, желудка, сердца, селезенки и печени. Установлено, что биологическая добавка на основе микроводорослей увеличила биохимические показатели крови рыб тилapia (*Oreochromis niloticus*), количество белка в сыворотке крови в опытной группе на 14% по сравнению с контролем. Это подтверждает, что корм с добавлением биомассы микроводорослей является источником дополнительного белка и других компонентов.

4) По результатам гистологического исследования в контрольных группах наблюдалось набухание стромы, десквамация эпителия и изменение размеров бокаловидных клеток от 11,37 мкм до 24,56 мкм, у рыб группы получавшей дополнительно микроводоросли, набухание не наблюдалось, что способствовало увеличению клеточного состава подслизистого слоя и сохранению целостности крипт и эпителиальных клеток кишечника. Кроме того, установлено, что пропорциональность размеров бокаловидных клеток находится в пределах 10,15–10,55 мкм.

5) Показано, что в микрофлоре кишечника рыб тилapia (*Oreochromis niloticus*) при использовании биологической смеси на основе микроводорослей по сравнению с контрольной группой увеличилось процентное содержание видов *Lactobacillus* и снизилось количество видов *Aeromonas* и *Pseudomonas*.

6) *C. vulgaris* SP BB-2 биологическая добавка на основе микроводорослей повышает рентабельность производства на 25%.

Личный вклад автора: Анализ литературы по исследуемой проблеме, определение целей и задач работы, планирование и проведение экспериментальных исследований, статистическая обработка и анализ полученных результатов, а также написание текста диссертации и оформление рукописи были выполнены автором с личным участием и в соответствии с указаниями научного руководителя. Кроме того, с целью обеспечения достоверности применяемых методов и полученных результатов, работы проводились в соответствии с стандартами лабораторных анализов.

Апробация научной работы:

Результаты исследования и основные принципы диссертационной работы были представлены и обсуждены на следующих международных научных конференциях и симпозиумах:

- На международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі», г. Алматы, Казахстан 2019 г.;

- На международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі», г. Алматы, Казахстан 2020;

Публикации: Основные компоненты диссертации отражены в 11 опубликованных работах. Среди них 2 статьи в рецензируемых зарубежных научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus с импакт-фактором не ниже нуля, 4 статьи в республиканских научных журналах,

входящих в список Комитета по контролю в сфере образования и науки РК. Кроме того, на международных конференциях было представлено 4 тезиса. В результате исследовательских работ получен патент на изобретение №357812021/0211.1 «Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* SP BB-2, перспективный для получения биомассы и очистки сточных вод от органо-минеральных загрязнений».

Структура диссертации: Диссертационная работа состоит из 92 страниц компьютерного текста, знаков и аббревиатур, введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов исследования и их обсуждения, заключения и 170 использованных источников. Объем работы включает 21 таблиц, 16 рисунков и 2 приложения.