

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В АКВАПОНИКЕ

Серпинская П. Д. (ГБОУ Лицей №344 Невского района, г. Санкт-Петербург), Гурочкина Е. А. (ГБОУ школа №510 Московского района, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель – магистрант., Куликов К. С. (Университет ИТМО)

Введение. Аквапоника – это система ведения сельского хозяйства, сочетающая аквакультуру (разведение рыбы) и гидропонику (беспочвенное выращивание растений). Растения питаются продуктами жизнедеятельности рыб, которые содержатся в воде, а затем эта вода возвращается в резервуар с рыбами в очищенном виде [1]. При этом, в процессе рециркуляции, азотный цикл в системе замыкается. Азот, выделяемый в водную среду рыбами, претерпевает процесс окисления, проходя через биофильтр - последовательно превращаясь из формы NH_4^+ , NH_3 в нитрит и затем в нитрат анионы, NO_2^- и NO_3^- соответственно. В настоящее время биофильтрация является наиболее распространенным процессом конверсии аммиака в нитрит/нитрат анионы, однако данный процесс не всегда является наиболее эффективным. Кроме того существуют различные современные методы повышения эффективности работы аквапонной фермы, к примеру использование фототрофной биоконверсии [2]. В данной работе проведен сравнительный анализ эффективности классических и инновационных подходов к управлению азотным циклом в контексте повышения продуктивности аквапонных ферм.

Основная часть. Особый научный интерес представляет разработка фотокаталитических систем, в которых традиционные биофильтры заменяются фотокаталитическими модулями на основе полупроводниковых материалов, обеспечивающих окислительно-восстановительные превращения азотсодержащих соединений под действием света. В качестве исследуемого фотокатализатора был выбран материал («ядро-оболочка») на основе $Al@CeO_2-CuO$. Такой тип материалов крайне эффективен в фотокатализе, за счет явления плазмонного резонанса. Алюминиевые наноструктуры с заданными морфологическими параметрами (размер, геометрия) привлекают значительный научный интерес в области плазмоники благодаря уникальному сочетанию высокой плотности свободных электронов и спектральной адаптивности в диапазоне от ультрафиолетового (УФ) до ближнего инфракрасного (БИК) излучения. При резонансном возбуждении локализованных поверхностных плазмонов в таких структурах происходит генерация высокоэнергетических носителей заряда (горячих электронов и дырок), которые выступают ключевым элементом в фотоиндуцированных процессах преобразования энергии и гетерогенного катализа [3]. Слой CeO_2-CuO является полупроводником, который необходим для создания электрон-дырочных пар, которые в свою очередь вступают в электрохимическую реакцию с исходными компонентами системы. Расчеты по нахождению геометрических параметров исследуемого фотокатализатора мы дальше использовали для составления технологической схемы и анализа эффективности модели аквапонной фермы с использованием фотокаталитического окисления аммиака.

Помимо фотокаталитических систем, существуют и другие подходы, направленные на повышение эффективности работы аквапонных ферм. Одним из наиболее удачных решений является использование биоконверсии с предварительной солубилизацией. В ходе работы была разработана технологическая схема с использованием фототрофной биоконверсии и проанализирована ее эффективность. Базовая аквапонная система включает в себя аквариум, механическую фильтрацию, биофильтр-1, гидропонный блок-1. В разработанной нами схеме, помимо основного потока воды, также присутствует побочное течение, которое включает

анаэробную солюбилизацию и фототрофный биоконверсионный блок, биофильтр-2 и гидропонные блоки-2/3, данный процесс позволяет преобразовывать рыбный ил и повторно использует питательные вещества, извлеченные из рыбного ила в высоких концентрациях.

Выводы. В итоге была проведена теоретическая работа по моделированию и подбору параметров для наиболее эффективного процесса фотокаталитического окисления аммиака в нитраты с использованием фотокатализатора «ядро-оболочка» в программе Comsol. Разработана технологическая схема с использованием такого типа фотокатализа, а также разработана схема с использованием биоконверсии с предварительной солюбилизацией. Также была проанализирована эффективность использования исследованных моделей аквапонных ферм.

Список использованных источников.

1. Ю. Щербинин, А. Антоненко. Сборник информационных материалов по теме: «Аквапоника – технология сельского хозяйства будущего». – Белгород. – 2015 г. – 46 с.
2. Xia T. et al. Performance of fish sludge solubilization and phototrophic bioconversion by purple phototrophic bacteria for nutrient recovery in aquaponic system //Waste Management. – 2023. – Т. 171. – С. 105-115.
3. Bayles A. et al. Al@ TiO₂ Core-shell nanoparticles for plasmonic photocatalysis //ACS nano. – 2022. – Т. 16. – №. 4. – С. 5839-5850.