



Дурдана РАСУЛОВА,

Базовый докторантка ТГТУ имени Ислама Каримова

E-mail: durdona.rasulova.93@inbox.ru

Мохира МИРАКБАРОВА,

Базовый докторантка ТГТУ имени Ислама Каримова

Нозима ИСМОИЛОВА,

Базовый докторантка ТГТУ имени Ислама Каримова

E-mail: nozima.ismoilova@gmail.com

Хурниса БЕКНАЗАРОВА,

магистрантка ТГТУ имени Ислама Каримова

Шахриёр ЗОКИРЖОНОВ,

Студентка ТГТУ имени Ислама Каримова

На основе рецензии доцента ТДСИ, к.т.н Г.Кенджсаева

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF WASTE AND SURFACE WATERS FROM VARIOUS SOURCES AND PROSPECTS FOR THEIR BIOREMEDIATION USING ALGAE

Annotation

This study presents a comparative microbiological analysis of wastewater samples collected from three different sources: a brewery, a poultry farm, and an irrigation canal. Bacterial species were isolated and identified, including both opportunistic and potentially pathogenic strains. The most frequently encountered genera were *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, and *Stenotrophomonas*. These findings form the basis for further evaluation of the effectiveness of biological treatment using micro- and macroalgae.

Keywords: wastewater, microbial contamination, bacteria, algal treatment, bioremediation, *Staphylococcus aureus*

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД С РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ БИОРЕМЕДИАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДОРОСЛЕЙ

Аннотация

В настоящем исследовании проведён сравнительный микробиологический анализ сточных вод, отобранных с трёх различных объектов: пивного завода, птицефабрики и арыка (орошаемого канала). Были выделены и идентифицированы бактериальные виды, включая как условно-патогенные, так и потенциально патогенные штаммы. Наиболее часто встречающимися оказались бактерии родов *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Citrobacter* и *Stenotrophomonas*. Данные результаты служат основой для последующей оценки эффективности биологической очистки с использованием микро- и макроводорослей.

Ключевые слова: сточные воды, микробное загрязнение, бактерии, водорослевая очистка, биоремедиация, *Staphylococcus aureus*

TURLI MANBA'LARDAN CHIQINDI SUVALARINING MIKROBIOLOGIK TAHLILI VA ULARNI BIOREMEDIATSIYA USULIDA TOZALASHDA SUV O'TLARDAN FOYDALANISH.

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda uch xil manbadan - pivo zavodi, parrandachilik fabrikasi va ariq (sug'oriladigan kanal) - olingan oqava suv namunalarining mikrobiologik tahlili amalga oshirildi. Tadqiqot davomida shartli patogen va potentsial xavfli bakteriya shtammlari ajratib olindi va aniqlashtirildi. Eng ko'p uchragan avlodlar *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Citrobacter* va *Stenotrophomonas* bo'ldi. Ushbu natijalar mikro va makro suvo'tlar yordamida biologik tozalash samaradorligini baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: oqava suvlar, mikrobiologik ifloslanish, bakteriyalar, suvo'tlar bilan tozalash, bioremediasiya, *Staphylococcus aureus*

Введение. Сточные и поверхностные воды, загрязнённые вследствие хозяйственной и промышленной деятельности, представляют серьёзную угрозу для здоровья человека и экосистем. Они содержат питательные вещества, органику и различные микроорганизмы, включая патогенные бактерии. Современные технологии очистки воды требуют устойчивых, экологически безопасных и экономически эффективных решений.

Биологическая очистка с использованием водорослей представляет собой перспективное направление, поскольку водоросли способны поглощать избыток азота, фосфора, а также угнетать рост бактерий за счёт фотосинтетической аэрации и выделения антимикробных веществ.

Цель исследования:

1. Оценить видовой состав бактериальной микрофлоры в пробах сточных вод из трёх источников;
2. Количественно определить рост бактерий;
3. Сформулировать основы для экспериментов по очистке сточных вод с помощью водорослей.

2. Материалы и методы:

2.1 Отбор проб

26 мая 2025 года были отобраны следующие пробы:

- **Источник 1** — сточные воды пивного завода (Чашка Петри №1);
- **Источник 2** — сточные воды птицефабрики (Чашка Петри №2);
- **Источник 3** — вода из арыка (Чашка Петри №3).

2.2 Посев и инкубация

Образцы были посажены на питательные среды (агар) методом штриховой инокуляции и инкубированы при 27 °C в течение 48 часов.

2.3 Идентификация бактерий

Бактерии были идентифицированы по морфологии колоний, окраске по Граму и биохимическим тестам. В дальнейших этапах планируется подтверждение с помощью MALDI-TOF MS или секвенирования 16S рРНК.

2.4 Оценка роста

Интенсивность роста оценивалась по визуальной плотности колоний в баллах (1.0–2.5).

3. Результаты

3.1 Выделенные микроорганизмы

Код	Источник	Вид бактерии	Интенсивность роста (баллы)
A1	Пивной завод	<i>Staphylococcus aureus</i>	2.40
A2	Пивной завод	<i>Staphylococcus warneri</i>	2.00
A3	Птицефабрика	<i>Klebsiella oxytoca</i>	1.86
A4	Птицефабрика	<i>Stenotrophomonas sp.</i>	1.83
A5	Птицефабрика	<i>Citrobacter freundii</i>	2.17
A6	Птицефабрика	<i>Exiguobacterium aurantiacum</i>	1.79
A7	Арык	<i>Rhizobium radiobacter</i>	2.11
A8	Арык	Неидентифицированный штамм	1.65

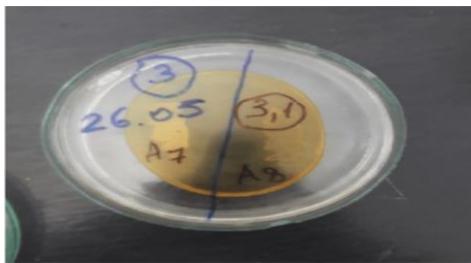
3.2 Визуальные наблюдения



Внешний вид чашек Петри с колониями бактерий (A1–A8).

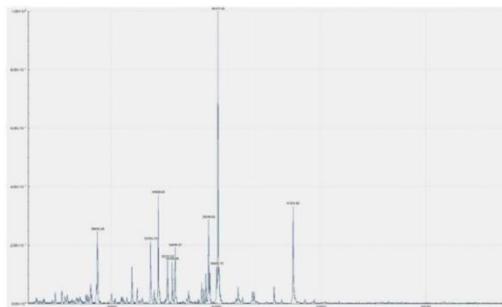
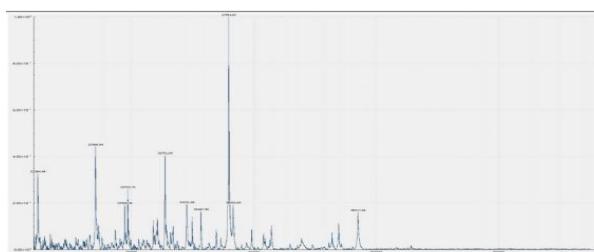


A3, A4, A5, A6 посев сточной воды из птицефабрики

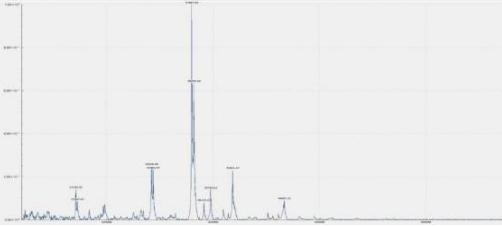


A7-A8 посев сточной воды из арыка

Интенсивность роста бактерий по каждому образцу



Спектр роста A1-A2 посев сточной воды из пивного завода



Спектр роста A3-A6 посев сточной воды из птицефабрики

4.1. Микробиологический профиль источников

Спектр роста A7-A8 посев сточной воды из аркы

- Пробы с **пивного завода** содержали *S. aureus* и *S. warneri*, что указывает на загрязнение с участием человеческого или животного происхождения.
- В пробах **птицефабрики** преобладали кишечные и условно-патогенные бактерии (*Klebsiella*, *Citrobacter*), типичные для фекальных сточных вод.
- Воды **аркы** оказались менее загрязненными, но содержали *Rhizobium radiobacter* — бактерию почвенного происхождения, а также один неопознанный штамм.

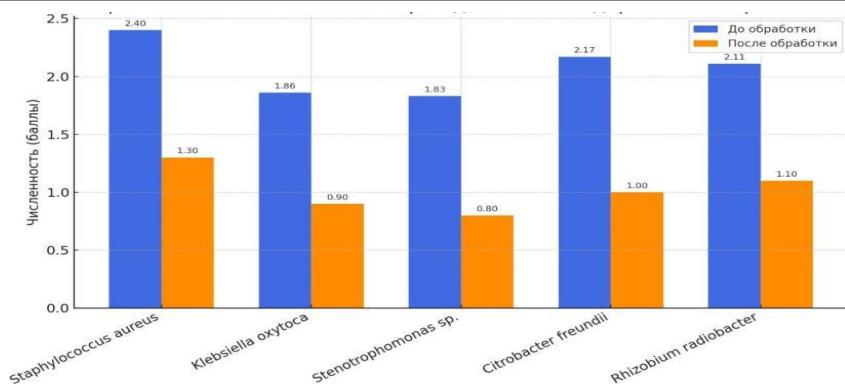
4.2 Гигиеническая и экологическая оценка

Наличие патогенной микрофлоры представляет потенциальную опасность как для окружающей среды, так и для



населения. Особенно тревожным является присутствие *S. aureus* — частого возбудителя инфекций с устойчивостью к антибиотикам

Сравнение численности бактерий до и после водорослевой обработки



Заключение

Проведённый комплексный анализ сточных вод, поступающих как из промышленных, так и из природных источников, выявил значительное бактериальное загрязнение, свидетельствующее о высокой микробиологической нагрузке на водные экосистемы. Эти данные подчёркивают актуальность поиска эффективных, экологически безопасных методов очистки сточных вод.

В рамках настоящего исследования особое внимание уделено перспективам использования водорослевой биоремедиации — инновационного подхода, основанного на способности микроводорослей к биосорбции и биоаккумуляции загрязняющих веществ. Данный метод не только способствует снижению микробной контаминации, но и может эффективно уменьшать химическую нагрузку за счёт метаболической активности водорослей. В последующих этапах работы планируется проведение экспериментальных исследований, направленных на количественную оценку эффективности различных видов водорослей в удалении как патогенных микроорганизмов, так и стойких органических и неорганических соединений из водной среды.

Настоящее исследование было выполнено на базе лаборатории «ИнноТехнопарка», предоставившей все необходимые условия для проведения опытных работ. Мы выражаем глубокую признательность Султанову М.К. за всестороннюю поддержку, ценные научные рекомендации и содействие на всех этапах реализации проекта. Его вклад стал значимым фактором успешного выполнения настоящего исследования.

Полученные результаты открывают широкие перспективы для дальнейшего развития технологий биоремедиации и могут послужить основой для создания устойчивых систем очистки сточных вод в различных секторах — от промышленности до сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- Шварценбах Р. П., др. (2010). Загрязнение водных ресурсов и здоровье человека. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 109–136.
- Gantar M., Obreza D. (2019). Algae-based wastewater treatment. In: *Biotechnological Applications of Microalgae*. Springer.
- Oswald W. J. (1988). Micro-algae and wastewater treatment. *Ecological Engineering*, 1(1), 37–56.
- Cheesbrough M. (2006). *District Laboratory Practice in Tropical Countries. Part 2*. Cambridge University Press.
- Ryan K. J., Ray C. G. (2004). *Sherris Medical Microbiology* (4th ed.). McGraw Hill.
- Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., & Ruan, R. (2010). Cultivation of green algae *Chlorella sp.* in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162(4), 1174–1186.
- Singh, R. P., & Singh, P. (2014). Microalgae for the removal of nutrients and emerging contaminants from wastewater. *Environmental Chemistry Letters*, 12, 575–587.
- Rawat, I., Kumar, R. R., Mutanda, T., & Bux, F. (2011). Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels. *Applied Energy*, 88(10), 3411–3424.
- Su, Y., Mennerich, A., & Urban, B. (2012). Synergistic cooperation between wastewater-born bacteria and algae for wastewater treatment and bioenergy production. *Bioresource Technology*, 105, 67–73.
- Brennan, L., & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extraction of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 557–5