

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛОРЕЛЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЭМЕРДЖИНГ-КОНТАМИНАНТОВ**

**Елепберген М.Е., Хабдразаков А.К., Беркович С. С.**

Студенты третьего курса кафедры УИООС, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
myelepbergen@mail.ru

Научный руководитель Б.Капсалямов

«Только когда пересыхает колодец, мы познаем ценность воды». Китайская поговорка.

Актуальность. Вода – источник жизни на Земле, и без нее наша планета была бы бездушной. Более того, во всех религиях, во всех мифах и обрядах вода является синонимом источника жизни, сущности очищения, целителя. Вода используется в пищевой промышленности и гигиене, в сельском хозяйстве, в промышленности и для производства энергии. Другими словами, вода – это природный ресурс, на котором основана почти вся деятельность человека. Это основной элемент биосферы: он составляет от 65 до 99% массы организма или клетки. Вода – один из самых распространенных и ценных ресурсов нашей планеты. Установлено, что пустые воронки появляются в местах интенсивного использования подземных вод, в них проникают бактерии и некоторые химические элементы. Это требует строгого соблюдения правил охраны природы. Наиболее опасными для водных ресурсов являются: нефть, пестициды, цветные металлы, сложные химические соединения. Тем более, что в нем содержится много вредных веществ. Помимо промышленных производств велико влияние на запасы воды и сельскохозяйственных производств. А использование грязной воды для сельского хозяйства очень вредно. Например, полив сельскохозяйственных культур загрязненной водой, во-первых, очень низок, во-вторых, опасен для здоровья человека. При этом увеличивается засоление почвы, снижается поступление биохимических процессов в почву. Загрязнение воды наносит прямой ущерб, в частности, рыбным запасам. В последнее время в республике приняты важные меры по усилению защиты от загрязнения вод. Масштабные водоочистные сооружения строятся во многих крупных городах страны. В промышленности стали уделять внимание вторичному использованию воды, сократилось использование пресной воды для удовлетворения производственных нужд. Однако в этих вопросах есть недостатки. Поэтому сохранить пресную питьевую воду в чистоте, не загрязнять ее, разумно использовать, экономить стало проблемой, волнующей весь народ, актуальной проблемой. Самоочищение водоема — это процесс естественной очистки водоема от загрязнений и органических отходов, который происходит благодаря действию микроорганизмов, растительности и физико-химических процессов. В процессе самоочищения водоема растения и водные организмы используют загрязнения и отходы в качестве питательных веществ, их разлагают и обогащают воду необходимыми элементами для жизни. Микроорганизмы, такие как бактерии, грибы и водные черви, также участвуют в этом процессе, разлагая органические вещества и удаляя из воды токсичные соединения. Самоочищение водоема может происходить различными способами в зависимости от типа водоема и его условий. Например, в мелководных водоемах с медленным течением вода может очищаться за счет обогащения ее кислородом, который поступает из атмосферы и оседает на поверхность воды, а также за счет оседания частиц на дно. В озерах и водохранилищах происходит образование термоклинов, при которых нижние слои воды не перемешиваются с верхними, что создает условия для оседания взвешенных частиц и разложения органических веществ.

Однако, при большом количестве загрязнений, особенно в городских условиях, самоочищение водоема может быть недостаточно эффективным и требовать дополнительных мер по очистке воды. В таких случаях используются различные методы

очистки водоема, такие как механическая фильтрация, химическая обработка, аэрация и другие.

Цель обзора - рассмотреть возможность использования хлореллы для биоремедиации эмерджинг-контаминантов в сточных водах и проанализировать препятствия для ее коммерческого использования в этой области.

Для достижения данной цели нами просмотрены научные статьи, обзоры и публикации, связанные с использованием хлореллы для очистки сточных вод. Рассмотрены технологии, методы и протоколы, используемые для выращивания и применения хлореллы в биоремедиации, а также проанализированы результаты экспериментов и исследований в этой области. А также препятствия, возникающие при коммерческом использовании хлореллы для очистки сточных вод и потенциальные способы их преодоления.

Хлорелла — это одноклеточная зеленая водоросль, которая используется для очистки водоемов и стимулирования естественного процесса самоочищения. Хлорелла способна очищать воду от загрязнений и токсинов, таких как нитраты, фосфаты, пестициды, нефтепродукты, тяжелые металлы и другие вещества. Использование хлореллы для очистки водоемов имеет ряд преимуществ перед другими методами очистки. Во-первых, это более экологически чистый метод, чем химическая обработка или механическая фильтрация. Во-вторых, это более экономически эффективный метод, так как хлорелла может использоваться многократно, что позволяет сократить расходы на очистку воды. Наконец, использование хлореллы помогает сохранить естественный баланс экосистемы водоема и поддерживает его биоразнообразие.

Исследования показали, что хлорелла может эффективно очищать водоемы от различных загрязнений. Степень очистки водоема хлореллой зависит от многих факторов, включая концентрацию загрязнений, качество воды, дозу хлореллы и время контакта между хлореллой и водой. Например, исследования, проведенные в Китае, показали, что хлорелла способна эффективно очищать воду от фосфатов, нитратов и других загрязнений. В эксперименте водоем был загрязнен фосфатами в концентрации 1,0 мг / л, а затем была добавлена хлорелла в дозе 10 г / м<sup>2</sup>. Через 14 дней очистки содержание фосфатов в воде снизилось на 96%.

Также были проведены исследования, показывающие, что хлорелла может эффективно очищать воду от нефтепродуктов. В эксперименте водоем был загрязнен нефтью в концентрации 10 мг / л, а затем была добавлена хлорелла в дозе 1 г / м<sup>2</sup>. Через две недели очистки содержание нефтепродуктов в воде снизилось на 97%. Также исследования, что использование хлореллы может стимулировать естественный процесс самоочищения водоема, улучшая качество воды и поддерживая биоразнообразие экосистемы водоема.

Из литературы было найдено, что хлорелла является одним из самых перспективных штаммов в области поглощения углекислого газа. Многие страны ведут разработки фотобиореакторов с *Chlorella Vulgaris*, позволяющих поглощать в 400 раз больше углекислого газа, чем наземные растения, которые занимают ту же площадь [1]. Этот эффект увеличения биомассы хлореллы в 5 раз за сутки объясняется ее способностью поглощать большое количество углекислого газа и выделять кислород. Оказывается кроме этого, хлорелла является активным продуцентом белков, углеводов, липидов и витаминов. Соотношение этих соединений в ее биомассе легко регулируется при изменении условий культивирования [2]. Если при выращивании на обычных минеральных средах в ее сухой биомассе содержится 40–55% белка, 35% углеводов, 5–10% липидов и до 10% минеральных веществ, то при изменении концентрации компонентов среды можно получить биомассу следующего состава: 9-88% белка, 5-86% липидов, 6-38% углеводов [2]. Накопление белка происходит при росте хлореллы на среде, богатой азотом, а при дефиците азота она синтезирует главным образом жиры и углеводы. Добавление глюкозы и ацетата в среду приводит к повышению содержания каротиноидов и т. д. При азотном голодании процентное содержание липидов может достигать 80% [2]. Ряд исследований [3-5]. показали, что хлорелла имеет высокую питательную ценность благодаря содержанию белка, жирных

кислот, витаминов, минералов и антиоксидантов. Кроме того, некоторые исследования показали потенциальную эффективность хлореллы в лечении различных заболеваний, таких как астма, аллергии, высокое кровяное давление, диабет, ожирение и даже рак. В ходе исследования [6] *Chlorella vulgaris* в течение восьми дней при подаче воздуха с углекислым газом до 1,5% и при температуре выше 25°C наблюдалось увеличение плотности хлореллы до 1,6 нм. В образце с содержанием углекислого газа 0,03% плотность составляла 26,3 нм. Эти результаты свидетельствуют о том, что увеличение концентрации углекислого газа приводит к повышению плотности хлореллы, что в свою очередь может быть связано с ее питательностью и высокой урожайностью.

Однако замечено, что при недостатке углекислого газа, фотосинтез не происходит, и это отрицательно влияет на рост и развитие растений. Мы считаем, что использование микроводорослей для получения энергоносителей является эффективным и экологически безопасным решением. Микроводоросли имеют высокую конверсионную эффективность фотонов и высокую емкость поглощения углекислого газа. Они не требовательны к качеству воды для роста и могут использовать различные источники азота и фосфора, в том числе сточные воды. Кроме того, для выращивания микроводорослей можно использовать пахотно непригодные, пустынные и засоленные земли, что является большим преимуществом. Производство биомассы микроводорослей не требует сложного оборудования и высокого уровня автоматизации, и может использоваться для производства широкого спектра продуктов. Мы считаем, что использование микроводорослей в качестве энергоносителей поможет уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить продовольственную безопасность.

В последнее время в литературе встречаются исследования влияния эмерджинг-контаминантов [6] (Emerging contaminants, ECs) — это новые загрязняющие вещества, которые в последнее время привлекают все большее внимание из-за их потенциального воздействия на здоровье человека и экосистему. Это могут быть химические соединения, которые ранее не были изучены на наличие токсичности и не входили в общепринятый перечень загрязняющих веществ. Некоторые из этих контаминантов могут включать лекарственные препараты, пестициды, косметические продукты, нефтепродукты, полимеры и другие химические соединения. ECs могут появляться в окружающей среде из различных источников, таких как производственные выбросы, сточные воды, обработка отходов и антропогенные воздействия на окружающую среду. Из-за отсутствия данных о воздействии некоторых ECs на здоровье, их наличие может представлять определенный риск для окружающей среды и человеческого здоровья.

Дальнейшие исследования показали, что хлорелла вульгарис также может эффективно использоваться для биоремедиации других эмерджинг-контаминантов, таких как фармацевтические препараты. Исследование, опубликованное в журнале "Journal of Hazardous Materials" в 2017 году, показало, что хлорелла вульгарис может быть использована для удаления антибиотика цефадрин из воды. Исследование также показало, что предварительное адаптирование хлореллы вульгарис к цефадрину приводит к увеличению эффективности его удаления [7-10]. Тем не менее, необходимо учитывать, что процесс биоремедиации может оказывать токсическое воздействие на микроводоросли, в том числе на хлореллу вульгарис. Некоторые эмерджинг-контаминанты могут быть токсичными для микроводорослей даже в низких концентрациях, что может привести к снижению эффективности биоремедиации. Поэтому необходимо проводить предварительное адаптирование микроводорослей к целевым контаминантам для увеличения их толерантности [11-13].

Таким образом, на основе имеющихся исследований можно сделать вывод о том, что хлорелла вульгарис может использоваться для биоремедиации эмерджинг-контаминантов в водных средах. Однако перед коммерческим использованием этого метода необходимо провести более широкие исследования на пилотных установках и учитывать все возможные факторы, которые могут повлиять на эффективность процесса.

Хлорелла является перспективным штаммом в области поглощения углекислого газа. Она может поглощать в 400 раз больше углекислого газа, чем наземные растения. Кроме того, хлорелла является активным продуцентом белков, углеводов, липидов и витаминов, соотношение которых легко регулируется при изменении условий культивирования.

В целом, хлорелла является перспективным объектом для использования в различных областях благодаря своим уникальным свойствам, таким как быстрый рост, способность к поглощению углекислого газа и производству биомассы с высоким содержанием полезных веществ. Однако, для более эффективного использования хлореллы необходимо продолжать исследования и разработки в области ее культивирования и применения в различных отраслях, таких как производство биотоплива, пищевая и фармацевтическая промышленность, а также экология и очистка водных систем.

#### Список использованных источников

1. Заболотских, В.В., Васильев, А.В., Смахина, Л.А., & Семихвостова, О.В. (2019). Разработка технологических подходов к получению альтернативного биотоплива из водорослей. Академический вестник ЕЛПИТ, 1(7), 12-38.
2. Трофимчук, О.А. (2016). Биофотонные облучательные системы для выращивания микроводорослей (Дипломный проект). НТУ, ИФВТ, ЛиСТ. Научный руководитель: Яковлев, А.Н.
3. "Chlorella: A Superfood with Potential in Health and Nutrition" - обзорная статья, опубликованная в журнале "Foods".
4. "Chlorella vulgaris: A Multifunctional Dietary Supplement with Diverse Medicinal Properties" - обзорная статья, опубликованная в журнале "Current Pharmaceutical Design".
5. "Effects of Chlorella on Activities of Protein Tyrosine Phosphatases, Matrix Metalloproteinases, Caspases, Cytokine, IKB Kinase, MAP Kinase, and Nuclear Factor-Kappa B, in Carbon Tetrachloride-Induced Liver Injury in Mice" - исследование, опубликованное в журнале "International Journal of Molecular Sciences".
6. Mishra, S. K., Suh, W. I., Farooq, W., Moon, M., & Shrivastav, A. (2019). Growth kinetics of microalgae *Chlorella vulgaris*: Effect of aeration rate and dissolved CO<sub>2</sub> concentration. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 9(2), 313-319. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-018-0333-9>
7. Dincer, A.R., & Kargi, F. (2019). Microalgal bioremediation of emerging organic pollutants in wastewater treatment. *Journal of environmental management*, 237, 29-39.
8. Gao, H., Yang, J., & Peng, Y. (2019). Microalgal bioremediation of emerging organic pollutants from wastewater: A review of research progress. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1401-1417.
9. Passos, F., de Souza, M. S., Acien, F. G., Garcia-Gonzalez, M., & Molina Grima, E. (2019). Emerging pollutants bioremediation using microalgae: A review. *Science of The Total Environment*, 655, 655-671.
10. Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., ... & Ruan, R. (2019). Microalgae for industrial wastewater treatment: An intensive review of the recent advances. *Journal of environmental management*, 240, 266-278.
11. Yang, J., Gao, H., Hu, C., Liu, J., & Peng, Y. (2019). Recent advances in the application of microalgae-based strategies for wastewater treatment: A review. *Bioresource technology*, 288, 121558.
12. Zhang, W., Li, Y., Tian, C., Li, G., Li, L., & Xie, L. (2019). A review of microalgal removal of emerging contaminants from wastewater: Current progress, challenges and prospects. *Bioresource technology*, 288, 121491.
13. Zhang, W., Wang, Y., Tian, C., Li, L., & Xie, L. (2019). Microalgae-based technologies for mitigation of nitrogen and phosphorus from wastewater: A review. *Bioresource technology*, 289, 121608.