

Краткая информация о проекте

Наименование	АР23490113 «Создание научно-технического задела по конструированию консорциума водных растений и микроводорослей, эффективного для фиторемедиации воды с попутным получением сырья для биотоплива»
Актуальность	<p>Практически для всего мира вопрос выброса тяжелых металлов (ТМ) со стороны промышленных производств в бытовые воды и стоки остается труднопреодолимым. Водные экосистемы не прекращают подвергаться действию контаминантов, не взирая на использование разнообразных технологий для очистки водных систем. Такие загрязнители как ТМ являются серьезной угрозой для окружающей среды, так как устойчивы к распаду, а также имеют токсическое воздействие на здоровье человека и водное биоразнообразие. Необходимость поиска более эффективных и инновационных способов очистки становится актуальной задачей для обеспечения устойчивости водных ресурсов и сохранения экосистем в целом.</p> <p>Передовым методом экологической биотехнологии, использующий живые организмы для очистки загрязнений в окружающей среде, является биоремедиация. Из всех стратегии фиторемедиация преимущественно обладает эффективностью, результативностью, доступной стоимостью и минимальным воздействием на окружающую среду. Для повышения эффективности очистительных технологии целесообразно задействовать совокупность организмов, обитающих в определенной природной системе и взаимодействующих друг с другом, при этом обладающих разнообразными биохимическими характеристиками.</p> <p>Таким образом, формирование консорциума высших водных растений (ВВР) и микроводорослей, резистентных к ТМ, открывает новые возможности экологической биотехнологии при очистке бытовых и сточных вод. Применение ВВР в качестве естественных агентов фильтрации воды является давней практикой, тогда как микроводоросли, как биообъект внимания исследователей в контексте их потенциала в биоремедиации, начали исследоваться лишь в последние десятилетия.</p>
Цель	Исследование клеточных и физиолого-биохимических механизмов устойчивости ассоциации высших водных растений и микроводорослей к тяжелым металлам, с целью разработки научно-обоснованной, эффективной технологии фиторемедиации воды с попутным получением ценной зеленой биомассы в качестве сырья для биотоплива.
Задачи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Селекция штаммов микроводорослей, обладающих резистентностью к тяжелым металлам (Cd, Cu, Zn, Cr, Pb). 2. Изучение способности отобранных штаммов микроводорослей к биоаккумуляции ионов тяжелых металлов. 3. Исследование клеточных и физиолого-биохимических механизмов резистентности активных штаммов микроводорослей к тяжелым металлам. 4. Выделение высших водных растений (ВВР) из водных экосистем Республики Казахстан,

	<p>загрязненных тяжелыми металлами и изучение механизмов их устойчивости к токсикантам.</p> <p>5. Исследование способности отобранных видов высших водных растений (ВВР) к устойчивой биоаккумуляции тяжелых металлов.</p> <p>6. Изучение клеточных механизмов детоксикации тяжелых металлов у выделенных резистентных видов водных растений.</p> <p>7. Конструирование консорциума высших водных растений (ВВР) и микроводорослей, с высокой сорбционной емкостью в отношении тяжелых металлов.</p> <p>8. Изучение биоэнергетического потенциала биомассы консорциума ВВР и микроводорослей, полученного попутно в ходе фиторемедиации воды, загрязненной загрязненными металлами и органическими веществами.</p> <p>9. Разработка научно-обоснованного технологического регламента фиторемедиации воды от ионов тяжелых металлов на основе консорциума ВВР и фототрофных микроорганизмов с последующим использованием полученной зеленой биомассы как ценное сырье для получения биотоплива.</p>
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<p>1. Будут отобраны коллекционные штаммы микроводорослей, обладающие высокой устойчивостью к тяжелым металлам (Cd, Cu, Zn, Cr, Pb).</p> <p>2. Будет изучена способность отобранных штаммов микроводорослей к биоаккумуляции ионов тяжелых металлов.</p> <p>3. Будут определены основные клеточные и физиолого-биохимические механизмы резистентности активных штаммов микроводорослей к тяжелым металлам. Будут выявлены изменения ультраструктуры клеток, изменения биохимических показателей (уровень ферментов (СОД, каталаза, пероксидаза, глутатионредуктаза и т.д.), белков, углеводов, пигментов (каротиноиды, хлорофил)).</p> <p>4. Будут отобраны высшие водные растения из водных экосистем Республики Казахстан, загрязненных тяжелыми металлами и изучена их устойчивость и сорбционная способность в отношении тяжелых металлов.</p> <p>5. Будет изучена аккумуляционная способность высших водных растений (ВВР) в отношении тяжелых металлов.</p> <p>6. Будут определены основные клеточные механизмы детоксикации тяжелых металлов у выделенных резистентных видов водных растений. Будут выявлены изменения ультраструктуры клеток, изменения биохимических показателей (уровень ферментов (СОД, каталаза, пероксидаза, глутатионредуктаза и т.д.), белков, углеводов, пигментов (каротиноиды, хлорофил)).</p> <p>7. Будет получен консорциум высших водных растений (ВВР) и микроводорослей, с высокой сорбционной емкостью в отношении тяжелых металлов.</p> <p>8. Будет изучен биоэнергетический потенциал биомассы консорциума ВВР и микроводорослей, в частности будет определен биохимический состав биомассы (полисахариды (выход редуцирующих сахаров и глюкозы при различных условиях гидролиза биомассы), белки, липиды, состав жирных кислот) для оценки перспектив</p>

	<p>получения биобутанола и биодизеля.</p> <p>9. Будет разработан научно-обоснованный технологический регламента фиторемедиации воды от ионов тяжелых металлов на основе консорциума ВВР и фототрофных микроорганизмов с последующим использованием полученной зеленой биомассы как ценное сырье для получения биотоплива.</p>
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Садвакасова Асемгуль Каликумаровна ResearcherID – X-6084-2019 Scopus Author ID – 55978114100, https://orcid.org/0000-0003-1456-5320 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55978114100 https://www.webofscience.com/wos/author/record/1865165 2. Бауенова Меруерт Өмірбайқызы Researcher ID: ABD-6906-2021 Scopus Author ID: 57201014777ORCID https://orcid.org/0000-0003-4117-8449 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201014777 https://www.webofscience.com/wos/author/record/2418336 3. Қосалбаев Бекжан Дүйсенбіұлы ResearcherID: Q-6587-2017 Scopus Author ID: 57205673698 https://orcid.org/0000-0003-3892-7920 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205673698 4. Сарсекеева Фариза Кудайбергеновна ResearcherID: E-4491-2015. Scopus Author ID: 56524602300 https://orcid.org/0000-0001-9119-2279 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56524602300 https://www.webofscience.com/wos/author/record/801305 5. Залетова Дильназ Ерденовна Scopus ID: 58698487800 https://orcid.org/0009-0000-1604-4241 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58698487800
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meruyert O. Bauenova, Assemgul K. Sadvakasova, Bekzhan D. Kossalbayev, Girayhan Yilmaz, Zhiyong Huang, Jingjing Wang, Huma Balouch, Dilnaz E. Zaletova, Mariya A. Lyaguta, Hesham F. Alharby, Suleyman I. Allakhverdiev Optimising microalgae-derived butanol yield // International Journal of Hydrogen Energy. 2023. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319923057488?dgcid=coauthor Импак-фактор 2020: 5.816. H-Index - 215, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: ##22/224: 90-й. 2. Bauenova, M.O., Sadvakasova, A.K., Mustapayeva, Z.O., Kokociński M., Zayadan B.K., Wojciechowicz M.K., Balouch H., Akmukhanova N.R., Alwasel, S., Allakhverdiev, S.I. Potential of microalgae <i>Parachlorella kessleri</i> Bh-2 as bioremediation agent of heavy metals cadmium and chromium, Algal Research, Volume 59, 2021. https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102463. Импак-фактор

2020-2021: 4.401. H-Index-54.0, Q-1, CiteScore-6.6. Процентиль: ##21/113:81-й. 1-цитирований.

3. Assemgul K Sadvakasova, Meruyert O Bauenova, Bekzhan D Kossalbayev, Bolatkhan K Zayadan, Zhiyong Huang, Jingjing Wang, Huma Balouch, Hesham F Alharby, Jo-Shu Chang, Suleyman I Allakhverdiev Synthetic algocyanobacterial consortium as an alternative to chemical fertilizers // Environmental Research. – 2023. – V. 233. 116418. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116418>. Импак-фактор 8.3. H-Index-54.0, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: 90. 1-цитирований.

4. Sadvakasova A.K., Kossalbayev B.D., Bauenova M.O., Balouch H., Leong Y.K., Zayadan B.K., Huang Z., Alharby H.F., Tomo T., Chang J.S. et al. Microalgae as a key tool in achieving carbon neutrality for bioproduct production // Algal Research. Journal article. – 2023. – V. 72, 103096. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103096>. Импак-фактор 5.5. H-Index-164, Q-1, CiteScore-11. Процентиль: 91. 0-цитирований.

5. Nurziya R. Akmukhanova, Yoong Kit Leong, Sandugash N. Seiilbek, Aigerim Konysbay, Bolatkhan K. Zayadan, Assemgul K. Sadvakasova, Fariza K. Sarsekeyeva, Meruyert O. Bauenova, Kenzhegul Bolatkhan, Hesham F. Alharby, Jo-Shu Chang, Suleyman I. Allakhverdiev Eco-friendly biopesticides derived from CO₂-Fixing cyanobacteria // Environmental Research. – 2023. – V. 239. 117419. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117419>. Импак-фактор 8.3. H-Index-54.0, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: 90. 3-цитирований.

6. Gulzhanay K. Kamshybayeva, Bekzhan D. Kossalbayev, Asemgul K. Sadvakasova, Meruyert O. Bauenova, Bolatkhan K. Zayadan, Ayshat M. Bozieva, Hesham F. Alharby, Tatsuya Tomo, Suleyman I. Allakhverdiev Screening and optimisation of hydrogen production by newly isolated nitrogen-fixing cyanobacterial strains // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. –V. 48 (44). – P. 16649-16662. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.01.163> Импак-фактор 2020: 5.816. H-Index - 215, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: ##22/224: 90-й. 4-цитирований.

7. Gulzhanay K. Kamshybayeva, Bekzhan D. Kossalbayev, Asemgul K. Sadvakasova, Meruyert O. Bauenova, Bolatkhan K. Zayadan, Anastasia A. Krapivina, Gaukhar A. Sainova, Hesham F. Alharby, Suleyman I. Allakhverdiev. Effect of the photosynthesis inhibitors on hydrogen production by non-heterocyst cyanobacterial strains // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.03.453>. Импак-фактор 2020: 5.816. H-Index - 215, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: ##22/224: 90-й. 1-цитирований.

8. Gulzhanay K. Kamshybayeva, Bekzhan D. Kossalbayev, Asemgul K. Sadvakasova, Ardak B. Kakimova, Meruyert O. Bauenova, Bolatkhan K. Zayadan, Chi-Wei Lan, Saleh Alwasel, Tatsuya Tomo, Jo-Shu Chang, Suleyman I. Allakhverdiev Genetic engineering contribution to developing cyanobacteria-based hydrogen energy to reduce carbon emissions and establish a hydrogen economy // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.342> Импак-фактор 2020: 5.816. H-Index - 215, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: ##22/224: 90-й. 7-цитирований.

9. Assemgul K. Sadvakasova, Bekzhan D. Kossalbayev, Aziza I. Token, Meruert O. Bauenova, Jingjing, Wang, Bolatkhan K. Zayadan, Huma Balouch, Saleh Alwasel, Yoong Kit Leong, Jo-Shu Chang, Suleyman I. Allakhverdiev Influence of Mo and Fe on Photosynthetic and Nitrogenase Activities of Nitrogen-Fixing Cyanobacteria under Nitrogen Starvation, *Cells*, Volume 11 (5) 904, 2022. <https://doi.org/10.3390/cells11050904>. Импак-фактор 2020-2021: 6.663. H-Index-22, Q-2, CiteScore-4.33. Процентиль: ##41. 1-цитирований.

10. N. R. Akmukhanova, B. K. Zayadan, A. K. Sadvakasova, M. M. Torekhanova, N. P. Timofeev, M. O. Bauenova, D. A. Todorenko & D. N. Matorin Determination of the Promising Microalgal Strain for Bioremediation of the Aquaculture Wastewater // *Microbiology*. – 2022.- V. 91, 533–541. <https://doi.org/10.1134/S0026261722601166>. Импак-фактор: 2.7. Q-3. 1-цитирований.

11. Akmukhanova, Nurziya R. Sadvakasova, Assemgul K., Torekhanova, Makpal M., Bauenova, Meruyert O., Zayadan, Bolatkhan K., Shalgimbayeva, Saule M., Bolatkhan, Kenzhegu, Alwasel, Saleh, Leong, Yoong Kit, Chang, Jo-Shu, Allakhverdiev, Suleyman I. Feasibility of waste-free use of microalgae in aquaculture // *Journal of Applied Phycology*. 2022. Impact factor: 5.816. H-Index - 127, Q-2, CiteScore-9.0. Percentile: 90th. 2-citations.

12. Zayadan, B.K., Sadvakasova, A.K., Matorin, D.N., Akmukhanova N.R., Kokociński M., Timofeev N.P., Balouch, K., Bauenova, M.O. [Effect of Cadmium Ions on Some Biophysical Parameters and Ultrastructure of *Ankistrodesmus* sp. B-11 Cells](https://doi.org/10.1134/S1021443720040196), *Russian Journal of Plant Physiology*, Volume 67 (5), 2020, P. 845–854. <https://doi.org/10.1134/S1021443720040196>. Импак-фактор 2020: 1.481. H-Index-46, Q-2, CiteScore-2.1. Процентиль: ##203/445: 54-й. 1-цитирований.

13. Asemgul K. Sadvakasova, Nurziya R. Akmukhanova, Kenzhegul Bolatkhan, Bolatkhan K. Zayadan, Aizhan A. Usserbayeva, Meruert O. Bauenova, Akbota E. Akhmetkaliyeva, Suleyman I. Allakhverdiev. Search for new strains of microalgae-producers of lipids from natural sources for biodiesel production, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 44, Issue 12, 2019, Pages 5844–5853. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.01.093>. Импак-фактор 2020: 5.816. H-Index - 215, Q-1, CiteScore-9.0. Процентиль: ##22/224: 90-й. 21-цитирований.

14. Akmukhanova, N.R., Zayadan, B.K., Sadvakasova, A.K., Bolatkhan, K., Bauenova, M.O. Consortium of higher aquatic plants and microalgae designed to purify sewage of heavy metal ions, *Russian Journal of Plant Physiology*, Volume 65 (1), 2018, P. 143–149. <https://doi.org/10.1134/S1021443718010028>. Импак-фактор 2018: 1.481. H-Index-46, Q-2, CiteScore-2.1. Процентиль: ##203/445: 54-й. 6-цитирований.

15. Балоч Х., Бауенова М.О., Садвакасова А.К., Сарсекеева Ф.К., Кирбаева Д.К., Болатхан К., Мустапаева Ж.О. Сравнительная характеристика видовой разнообразия альгофлоры озер Алматинской области // *Вестник КазНУ, Серия экологическая*. – 2020. – Т 63 (2). – С.72-82. DOI: <https://doi.org/10.26577/EJE.2020.v63.i2.08>

16. Asemgul K. Sadvakasova, Bekzhan D. Kossalbayev, Meruert O. Bauenova, Zhuldyz O. Mustarayeva, Bolatkhan K. Zayadan. Nitrogenase activity of wt cyanobacteria of soils in rice fields of Kazakhstan // "1th International Conference on Experimental Sciences and Biotechnology (ICESB). Mugla, Turkey. 2021. - P. 86.

	<p>17. Kossalbayev B. D., Nuralibekov S. Sh., <u>Bauenova M.O.</u>, Mustapayeva Zh.O., Sadvakasova A. K. Effect of different concentrations of Mo, V, and Fe on the nitrogenase activity of cyanobacteria // 5th Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2021). P. 240.</p> <p>18. Nuralibekov S. Sh., <u>Bauenova M.O.</u>, Kossalbayev B. D., Mustapayeva Zh.O. Sadvakasova A. K. Study of the effect of cyanobacteria biomass isolated from rice fields in Kazakhstan on the growth of rice culture // 5th Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2021). P. 241.</p> <p>19. Akmukhanova N.R., Kokocinski M., <u>Bauenova M.O.</u>, Bolatkhan K., Sadvakasova A.K., Zayadan B.K. The opportunities to use consortium of higher aquatic plants and microalgae in the treatment of polluted aquatic ecosystems. Eurasian journal of ecology. – 2018. - Vol. 56. № 3. P. 4-11. https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/824</p> <p>20. Акмуханова Н.Р., Заядан Б.К., <u>Бауенова М.О.</u>, Садвакасова А.К., Болатхан К., Сейилбек С. Формирование структурированных биоценозов высших водных растений и фототрофных микроорганизмов для применения в очистке сточных вод. Вестник КазНУ. Серия экологическая, V. 52, п. 3, p. 46-53, apr. 2018. ISSN 2617-7358. https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/780</p> <p>21. Акмуханова Н.Р., Заядан Б.К., Садвакасова А.К., <u>Бауенова М.О.</u>, Кирбаева Д. К., Карабекова А.Н. Альгофлора и биологическая оценка Кольсайских озёр. – 2018. Том 55 № 2. – С- 69-79. Вестник КазНУ Серия экологическая. https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/819</p>
Информация о патентах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Садвакасова А.К., <u>Бауенова М.О.</u>, Заядан Б.К., Косалбаев Б.Д., Сарсекеева Ф.К., Акмуханова Н.Р. Патент РК № 2022/0224.2 на полезную модель «Штамм микроводоросли <i>Parachlorella kessleri</i> Vh-2, используемый для очистки загрязненных вод от ионов тяжелых металлов кадмия и хрома» от 16.03.2022. 2. Садвакасова А.К., <u>Бауенова М.О.</u>, Заядан Б.К., Косалбаев Б.Д., Кирбаева Д.К., Ыбраи С.Н., Нуралибеков С.Ш. «Штамм цианобактерии <i>Trichormus variabilis</i> K-31, используемый для обогащения почвы азотом и повышения урожайности сельскохозяйственных культур» Патент РК № 2022-15500 на полезную модель, от 13.05.2022. 3. Садвакасова А.К., <u>Бауенова М.О.</u>, Косалбаев Б.Д., Заядан Б.К., Кирбаева Д.К., Ыбраи С.Н. «Штамм цианобактерии <i>Tolypothrix tenuis</i> J-1, используемый для обогащения почвы азотом и повышения урожайности сельскохозяйственных культур» Патент РК № 2023-10801 на полезную модель, от 16.03.2023. 4. Косалбаев Б.Д., Садвакасова А.К., Залетова Д.Е., Белкожаев А.М., Қамшыбаева Г.Қ., <u>Бауенова М.О.</u> «Фотобиореактор для культивирования фототрофных микроорганизмов» Патент РК № 2023-13323 на полезную модель, от 04.04.2023