Краткая информация о проекте AP23485416

Наименование	AP23485416 Создание биобанка коллекции микроводорослей и цианобактерий, и изучение их биотехнологического потенциала для применения в прикладных исследованиях
Актуальность	Создание биобанка коллекции микроводорослей и цианобактерий является важным направлением для сохранения генофонда высокопродуктивных штаммов, обладающих способностью синтезировать широкий спектр биологически активных соединений. В настоящее время интерес к микроводорослям и цианобактериям значительно возрос в связи с их применением в различных отраслях, включая пищевую, фармацевтическую, косметическую промышленность, аквакультуру и экологические технологии. Они рассматриваются как перспективные источники ценных соединений, а также используются в процессах очистки сточных вод и создании новых биопрепаратов. В этой связи создание и пополнение биобанка фототрофных микроорганизмов, выделенных из экстремальных экосистем, а также разработка современных методов их сохранения являются актуальными задачами. Реализация данного направления имеет важное научное, экономическое и прикладное значение, способствуя развитию биотехнологии, биоэнергетики и охраны окружающей среды.
Цель	Изучение биотехнологического потенциала культур микроводорослей и цианобактерии для создания и пополнения биобанка коллекции ценных штаммов фототрофных микроорганизмов для применения в прикладных исследованиях
Задачи	1. Поиск и выделение новых, перспективных культур цианобактерий и микроводорослей из различных экстремальных экосистем для пополнения коллекции с целью применении в биологии, биотехнологии и биоэнергетике. 2. Изучение морфолого-культуральные и физиологические свойства накопительных и аксеничных культур микроводорослей и цианобактерий, которые могут быть перспективными продуцентами ценных метаболитов. 3.Скрининг новых выделенных аксеничных культур и коллекционных штаммов микроводорослей и цианобактерий. 4. Идентификация вновь выделенных штаммов микроводорослей и цианобактерии с использованием морфологических, ультраструктурных, биохимических и молекулярно-генетических методов с целью их паспортизации и каталогизации.

	5.Разработка современных методов сохранения ценных коллекционных штаммов фототрофных микроорганизмов. 6.Формирование биобанка коллекции ценных штаммов микроводорослей и цианобактерии Республики Казахстан. 7. Создание электронного каталога и сайта биобанка ценных штаммов фототрофных микроорганизмов Республики Казахстан.
Ожидаемые и достигнутые результаты	**Достигнутые результаты:** Согласно календарному плану, были взяты пробы воды из различных экстремальных экосистем Казахстана (восточное побережье озера Балхаш, озеро Алаколь) и скважинах и в лечебных болотах населенного пункта Жанакорганского района Кызылординской области, а также со снежных ледников и озер, луж на высотах Горно-Алтайского края, Барнаула, РФ (районы Манжерок, Онгудай, Акташ и Кош-Агач, РФ) в целях выделение новых перспективных культур цианобактерии и микроводорослей. Из образцов воды из Горно-Алтайского края (Барнаул, РФ) были выделены алгологически и бактериологически чистые культуры *Nostoc sp., Synechococcus sp., Scenedesmus sp., Oscillatoria sp., Phormidium sp., Lyngbya sp., Parachlorella sp.* и *Desertifilum sp.,* А из экстремальных экосистем Казахстана, в том числе из озера Балхаш были выделены культуры *Chlorella sp.,, Dunaliella salina, Chlamydomonas reinhardtii, Synechocystis sp.,, Spirulina sp.,, Anabaena sp.,* а из озера Алаколь были выделены культуры диатомовых водорослей родов *Navicula sp.,* и *Pinnularia sp.*,, также цианобактерии *Microcystis sp.*, *Phormidium sp.* и *Oscillatoria sp.,* также были из пробы скважинах и в лечебных болотах населенного пункта Жанакорганского района идентифицированы как *Dunaliella salina, Chlamydomonas sp., Scenedesmus sp., Trichormus variabilis, Calothrix epiphytica, Nostoc oryzae, Navicula sp*. Были установлены оптимальные условия культивирования выделенных культур микроводрослей и цианобактерий: высокий рост культур родов *Anabaena, Nostoc, Synechococcus,* и *Synechocystis* наблюдался при выращивании в питательной среде BG-11; в то время как рост культур *Phormidium sp.*, *, Oscillatoria sp.*, и *Spirulina sp.*, в питательной среде Заррука; а для культур *Parachlorella sp.*, *, Chlorella sp.*, и *Scenedesmus sp.*, была выбрана питательная среда Тамия и 04; и для культур *Navicula sp.*, и *Pinnularia sp.*, питательная среда Guillard's F/2; для *Lyngbya, Microcystis sp.*, – среда Громова; для *Dunaliella* – Артари и для

	Chlamydomonas sp., - L2 Minimum были выбраны. Также были определены оптимальные температуры роста: для культур *Nostoc sp.*, *Anabaena sp.„ Lyngbya sp., Microcystis sp.*, оптимальная температура была 24-26°C, тогда, как культуры *Oscillatoria sp., Synechocystis sp., Phormidium sp.*, и *Spirulina sp.*, показали быстрый рост при температуре 30-32°C. Динамика роста оставшихся культур *Navicula sp.,* и *Pinnularia sp., Dunaliella salina* и *Chlamydomonas sp.,* показали высокие результаты при температуре 26-28°C. Большинство исследованных культур микроводорослей и цианобактерий демонстрировали усиленный рост при pH 6,5 и 7, когда культура *Spirulina* показала хороший рост при pH 9. Все выделенные культуры показали высокий темп роста при интенсивности света 55 мкмоль $м^{-2}$ $с^{-1}$. -В ходе научно-исследовательской работы был проведён скрининг новых аксеничных и коллекционных штаммов микроводорослей и цианобактерий с целью оценки их продуктивности и способности к накоплению биоактивных веществ. Были определены ключевые биохимические параметры их биомассы, включая общее содержание липидов, белков, углеводов, а также состав жирных кислот (в том числе соотношение насыщенных, моно- и полиненасыщенных, омега-3 и омега-6 жирных кислот) и содержание пигментов, таких как фикоцианин, хлорофилл a и β-каротин. На основании полученных данных было установлено, что штамм *Spirulina platensis ZBK-2* продемонстрировал наивысшую продуктивность, достигая 4,48 г/л биомассы на 14-й день культивирования. В условиях оптимизированного роста содержание углеводов в его биомассе достигло 44,63%, белка — 51,78%, а липидов — 15,10%. Среди цианобактерий штамм *Anabaenas sp.* накапливал наибольшее количество липидов (12,6%), а *Nostoc sp*— 10,2%. Высокое содержание белков отмечено у штаммов *Desertifilium sp.* (35,7%) и *Nostoc sp.* (36,5%). Среди микроводорослей наилучшие показатели роста продемонстрировали *Dunaliella salina* (1,50 г/л), *Chlorella sorokiniana* (2,37 г/л) и *Chlamydomonas reinhardtii* (0,79 г/л) на 14-й день культивирования. Максимальное содержание белка — 46,4% — отмечено у *Chlorella sorokiniana*, а наибольшее содержание липидов зафиксировано у *Dunaliella salina* (17,4%) и *Chlamydomonas reinhardtii* (13,9%). Анализ содержания пигментов показал, что наибольшая концентрация хлорофилла a (18 мг/г сухой массы, а в культуральной жидкости — 0,22 г/л) наблюдалась у *Chlorella sorokiniana.*

	Содержание фикоцианина у *Spirulina platensis* ZA-составило 19,73 мг/г биомассы. А также в клетках Desertifilium sp.BKD25 наблюдалось высокое содержание хлорофилла а - 11,3мкг/мл, который исследуется как перспективное соединение для фотодинамической терапии опухолей и антибактериального фотодинамического воздействия. Таким образом, на основы полученных результатов были выбраны новые выделенные и коллекционные штаммы микроводорослей и цианобактерий, подтверждающий высокий биотехнологический потенциал в качестве источников белка, липидов и природных пигментов. Наиболее перспективными кандидатами для дальнейшего масштабирования и промышленного применения являются *Spirulina platensis ZBK-2, Chlorella sorokiniana Z25, Dunaliella salina ZTB25 Chlamydomonas reinhardtii ZACA25, Desertifilium sp.BKD25 и Nostoc.sp.ZDB-25* продукция которых может быть востребована в биомедицине, пищевой промышленности, нутрицевтике и биоэнергетике. **-В** рамках выполнения задач проекта была проведена идентификация вновь выделенных штаммов микроводорослей и цианобактерий с использованием морфологических, физиологических, биохимических и молекулярно-генетических методов. Из исследуемых образцов выделена высококачественная геномная ДНК, выполнена пробоподготовка и секвенирование фрагментов консервативных локусов генов 16S/18S рРНК. Анализ нуклеотидных последовательностей и их сличение с базой данных NCBI GenBank позволили установить таксономическую принадлежность исследованных изолятов. В результате идентификации штаммы были отнесены к родам *Dunaliella sp.*, *Spirulina sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Nostoc sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Synechococcus sp.* и *Navicula sp.* со степенью идентичности и перекрытия 90–93%. Полученные данные коррелируют с морфологическими и биохимическими признаками, что подтверждает достоверность классификации. **Ожидаемые результаты:** -Полученные ценные штаммы фототрофных микроорганизмов будут подвержены различным методам сохранения культур (криосохранение, лиофилизация и т.д.) и будут подобраны более подходящие методы длительного хранения коллекционных штаммов. Все выделенные активные культуры микроводорослей и цианобактерий будут пополнять в Коллекцию фототрофных микроорганизмов КазНУ имени аль-Фараби.

	-Будет создан биобанк коллекции ценных штаммов фототрофных микроорганизмов Республики Казахстан на основе пополнения, сохранения, каталогизация и изучения морфолого-культуральных, молекулярно-генетических и физиолого-биохимических свойств коллекционных и вновь выделенных штаммов фототрофных микроорганизмов. -Будет создан каталог и сайт биобанка Республиканской коллекции ценных штаммов фототрофных микроорганизмов.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Заядан Болатхан Казыханулы, д.б.н., профессор, академик НАН РК ResearcherID**:** B-1664-2015 ORCID https://orcid.org/0000-0002-4572-2416 **Scopus author ID:** 6504770922 Сарсекеева Фариза Кудайбергеновна, доцент, доктор философии (PhD) ResearcherID**:** E-4491-2015 ORCID https://orcid.org/0000-0001-9119-2279 **Scopus author ID:** 56524602300 Болатхан Кенжегул,доцент, доктор философии (PhD) ResearcherID: AAZ-8890-2020 ORCID https://orcid.org/0000-0001-7133-6546 **Scopus author ID:** 55977615700 Инелова Зарина Аркенжановна, Кандидат биологических наук, профессор Web of Science Researcher ID: AAT- 5204-2021 Scopus Author ID: 57196243758 https://orcid.org/0000-0001-8778-5848 Какимова Ардак Болатовна доктор философии (PhD) ResearcherID: ABD-5813-2021 ORCID https://orcid.org/0000-0001-5612-1002 Scopus author ID: 57219604772 Сандыбаева Сандуғаш Қалжанқызы доктор философии (PhD) ResearcherID: AGO-0562-2022/ ORCID https://orcid.org/0000-0002-4340-8749 Scopus author ID: 57560350900 Тоқтыбай Ақнұр Кентайқызы, МНС, докторант https://orcid.org/0000-0001-5747-1557 Дамыс Салауат, PhD докторант 3 курса *https://orcid.org/0009-0009-2602-6667*, Санатов Санжар Санатұлы, магистр 1 курса *https://orcid.org/0009-0008-9775-3522* Құрметхан Әсем |Құрметханқызы , магистр, МНС *https://orcid.org/0009-0002-6023-6667*,
Использование	-Исследовательские лаборатории и университеты, изучающие фотосинтетические микроорганизмы.

	-Промышленные биотехнологические компании, занимающиеся культивированием микроводорослей и цианобактерий для производства биологически активных веществ, пигментов, антиоксидантов, иммуномодуляторов, биотоплива и прочих полезных соединений. -Коллекционные штаммы будут потенциальными объектами фундаментальных и прикаладных исследований для решения биотехнологических задач.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Данный проект создаёт уникальную, локализованную коллекцию штаммов, ранее не представленную в национальных и международных биобанках, что делает его приоритетным и конкурентоспособным в сравнении с существующими аналогами. Предлагаемый проект оригинален, пока аналогов в Республике нет.
Список публикаций с ссылками на них	1. Kenzhegul Bolatkhan, Ardak B. Kakimova, Bolatkhan K. Zayadan, Akbota Kabayeva, Sandugash K. Sandybayeva, Aliyam A. Dauletova and Tatsuya Tomo. Bio-Oil from Phototrophic Microorganisms: Innovative Technologies and Strategies. BioTech 2026, 15(1), 11. https://doi.org/10.3390/biotech15010011 2. Kenzhegul Bolatkhan, Damys Salauat, Saule M. Shalgimbayeva, Nurzia R. Akmukhanova, Bolatkhan K. Zayadan, Aidana Askar1 and Mehmet Gökoğlu /Enrichment of Artemia Nauplius with Cyanobacterium Arthrospira platensis ZTS-2024 for Feeding Young Russian Sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii Brandt, 1833) ES Food Agrofor., 2026, 01, 1987 DOI: https://dx.doi.org/10.30919/faf1987 3. S.K. Sandybayeva , A.B. Kakimova G.A. Akhmetova , A.A. Dauletova , A.K. Toktybay , D. Salauat , K. Bolatkhan* /STUDY OF SPECIES COMPOSITION OF ALGOFLORA FROM NATURAL THERAPEUTIC MUD IN ZHANAKORGAN DISTRICT Экология сериясы. №3 (80). 2024 https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v80.i3-012 **4.** А.К.Тоқтыбай, Д.Салауат, К.Болатхан , С.К.Сандыбаева, Г.А.Ахметова, Ә.Қ.Құрметхан, С.С.Санатов, P.Hrouzek және Б.К.Заядан /Балқаш көлінің тұзды бөлігінің альгофлора құрамын зерттеу және фототрофты микроорганизмдердің аксеникалық дақылдарын бөліп алу/ **Экология серия. No1 . 2026-в печати** **5.** Тоқтыбай А.К., Санатов С.К., Исабаев А.Б., Салауат Д. /Цианобактерия - *SPIRULINA* штаммдарының өсу көрсеткіштеріне әртүрлі жарық және pH көрсеткіштерінің әсерін зерттеу/ Материалы Международной научной конференции студентов и молодых учёных «Фараби Әлемі». Алматы, Казахстан, 3–5 апреля 2026 года.- **в печати**
Информация о патентах	Штаммцианобактерий Spirulina platensis ZBK-2, используемый в качестве источника для получения фикоцианина№ 11800 Заядан Б.К.,Тоқтыбай

	А.К.,Болатхан К., Инелова З.А., Сандыбаева С.К., Какимова А.Б., Салауат Дамыс