

Краткая информация о проекте

Наименование	AP22782831 Проектирование и оптимизация микробного консорциума для эффективной биодесульфуризации казахстанских высокосернистых углей.
Актуальность	Казахстан обладает значительными запасами угля с высоким содержанием серы, особенно в Карагандинском и Тургайском бассейнах. Использование такого угля без предварительной очистки приводит к образованию оксидов серы (SO _x), вызывающих кислотные дожди, загрязнение воздуха и серьёзные экологические последствия. Химические и физические методы обессеривания часто оказываются неэффективными или экономически нецелесообразными для углей с преобладанием органической и пиритной серы. В этой связи актуальна разработка экологически чистых, экономически выгодных биотехнологий, основанных на использовании резидентных микроорганизмов, способных эффективно разрушать серосодержащие соединения в угле.
Цель	Разработать подход, основанный на использовании нативных микроорганизмов, со стратегией масштабирования для биообессеривания казахстанских углей с высоким содержанием серы.
Задачи	1. Собрать и охарактеризовать (химические и технические) образцы угля из различных угольных бассейнов Казахстана, уделяя особое внимание их географическим различиям и истории отложения. Знание свойств и состава угля имеет первостепенное значение для разработки жизнеспособного и эффективного подхода к получению чистого угля. 2. Определить содержание серы в отобранных образцах угля. Общее содержание серы может значительно варьироваться в зависимости от типа и происхождения угля. Всестороннее понимание содержания серы в угле способствует его правильному управлению и использованию, а также соблюдению экологических норм. 3. Определить форму серы в отобранных образцах угля. Геохимический анализ форм серы, присутствующих в углях, позволяет получить важные сведения о происхождении серы и механизмах ее присоединения. 4. Выделить, идентифицировать и охарактеризовать по микробиологическим и функциональным свойствам штаммы микроорганизмов из различных угольных месторождений. Комплексное изучение метаболических и системных характеристик ключевых микроорганизмов необходимо для создания стратегии сероочистки. 5. Скрининг биотехнологически потенциальных штаммов микроорганизмов в качестве средства биодесульфуризации. По сравнению с экзогенными штаммами микроорганизмов, местные штаммы микроорганизмов демонстрируют лучшую адаптацию

	к угольной среде, что приводит к заметному повышению эффективности обогащения угля. 6. Разработать и запустить процесс биодесульфурации угля микробными штаммами в лабораторных экспериментах. Понимание деталей взаимодействия угля и микробных клеток и его механизма может дать важное научное представление о поведении угля в процессе выделения/удаления серы. 7. Определить характеристику продуктов/процессов после биодесульфурации с помощью комплексного анализа. Оценка биодоступности угля для удаления серы может быть выполнена путем изучения изменений в содержании/форме серы, структуре и химическом составе угля, а также образования побочных продуктов и биосурфактантов. 8. Определить/выбрать оптимальные параметры/условия биообессеривания угля для достижения максимальной эффективности. Возможными стратегиями являются микробное, химическое и физическое стимулирование, предварительная обработка угля и изменение параметров. 9. Подобрать наиболее оптимальные параметры/условия для управления процессом биодесульфурации в масштабируемых системах. Проведение контролируемых реакторных экспериментов должно быть рассмотрено при переносе стратегий по усилению и расширению процесса биообессеривания угля. Необходимо рассмотреть биологические и инженерные методы совершенствования системы. 10. Исследовать свойства конечного продукта с точки зрения эмиссии ОКС, образования золы, плотности энергии и характеристик горения. 11. Получить сведения об общей эффективности процесса (инвестиционные и эксплуатационные затраты). Для подтверждения практической реализации будут проведены дополнительные сценарные анализы.
Ожидаемые и достигнутые результаты	1. Создание активного микробного консорциума для удаления пиритной и органической серы. 2. Разработка оптимального биотехнологического протокола для десульфурации угля. 3. Снижение содержания серы в угле до нормативных значений (<1%). 4. Повышение теплотворной способности и снижение зольности обработанного угля. 5. Получение биотоплива с улучшенными экологическими характеристиками. 6. Публикации в международных научных журналах и заявка на патент. 7. Подготовка специалистов в области биотехнологий и экологии.

Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Акимбеков Нуралы Шардарбекович – соруководитель проекта, PhD, профессор, главный научный сотрудник КазНУ им. Аль-Фараби. Опыт работы в направлении проекта - 11 лет. Scopus ID: 45160897400, Researcher ID: A-5130-2014; ID ORCID: 0000-0002-5262-5155. Индекс Хирша – 9. Казанкапова Майра Куттыбаевна - PhD, асс. профессор, член корреспондент КазНАЕН, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией, ученый секретарь ТОО «Институт химии угля и технологии», автор более 100 научных трудов, в том числе 20 патентов, 7 монографий. Индекс Хирша равен: по Scopus - 4 (Author ID в Scopus 56195582800), по Web of Science - 4 (Researcher ID Web of Science AAR-2924-2020), ORCID ID:0000-0001-9016-3062. Алибекова Алина Алтынбековна – научный сотрудник, докторант 2 курса КазНУ им. Аль-Фараби по специальности «Биотехнология». Имеет 10 научных публикаций, опубликованных в отечественных журналах. ID в Web of Science: AGF-4851-2022; ORCID ID: 0000-0003-4476-5614. Кожаметова Маржан Халидоллаевна – научный сотрудник, докторант 3 курса КазНУ им. Аль-Фараби по специальности «Биотехнология». ID в Scopus: 57451762600, ID в Web of Science: AAS-4987-2020; ORCID ID: 0000-0002-5879-3475. Индекс Хирша – 1. Алтынбай Назым Пернебайкызы - научный сотрудник, докторант 1 курса КазНУ им. Аль-Фараби по специальности «Биология». Стипендиат Абай-Верн. Индекс Хирша – 1, ID в Scopus: 57384147300, ID в Web of Science: AAE-7318-2022; ORCID ID: 0000-0002-7067-2457. Шерелхан Динара Кумисхановна - магистр технических наук, старший преподаватель, научный сотрудник КазНУ им. Аль-Фараби. Индекс Хирша – 3, ID в Scopus: 57217359617, ID в Web of Science: AGA-8158-2022; ORCID ID: 0000-0001-7623-7205. Каменов Бекзат Келбетұлы – бакалавр техники и технологии, магистрант 2 курса КазНУ им. Аль-Фараби по специальности «Биотехнология», младший научный сотрудник. Web of Science: HDN-8563-2022, ORCID: 0000-0002-1484-9000. Нусипов Дамир Асанович - бакалавр техники и технологий, магистрант 2 курса КазНУ им. Аль-Фараби по специальности «Биотехнология», младший научный сотрудник. ORCID:0000-0003-3581-0671, Web of Science: HDN-7999-2022.
Список публикаций со ссылками на них	1. N. Sh. Akimbekov, K. Tastambek, D. Sherelkhan, N. Altynbay, Sh. Bastaubayeva. Общая характеристика сырья для использования разработки биотехнологии получения комплексного удобрения. Вестник КазНУ: серия экологическая. No.3 (76), 2023, 4-19 с. https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/1528/1017 2. Nussipov D.A., Zhubanova A.A., Akimbekov N.S., Tastambek K.T., Kamenov B.K., Kozhahmetova M.H., Alibekova A.A. The utilization of low-rank coal with cattle manure in composting is attributed to its bioavailability.

	International Conference "Polymers, Composites, Nanocomposites and Biocomposites-2023" ICPCNB 2023. Almaty. https://icpcnb2023.satbayev.university/ 3. Nussipov D.A., Alibekova A.A. Study of phytotoxic properties of compost based on cattle manure and low ranked coal. International Scientific Conference of Students and Young Scientists «FARABI ALEMI». Almaty, 2023, 323. 4. Kamenov B.K., Zhubanova A.A., Akimbekov N.S., Tastambek K.T., Nussipov D.A., Kozhahmetova M.H., Alibekova A.A. The Utilization of a Biocomposite Derived from Low-Rank Coal and Salt-Tolerant Bacteria as A Novel Solution for Salinization of Agricultural Soils. International Conference "Polymers, Composites, Nanocomposites and Biocomposites-2023" ICPCNB 2023. Almaty. https://icpcnb2023.satbayev.university/ 5. Kamenov B.K. Control the growth of bacteria isolated from saline soil in various selective culture media. International Scientific Conference of Students and Young Scientists «FARABI ALEMI». Almaty, 2023, 309. 6. Konysbaeva, D., Yermagambet, B., Kassenova, Z., Gorbulya V., Kazankapova, M., Khaimuldinova, A. Physico-Chemical Parameters of Humic Substances of Brown Coal and their Effect on the Growth of Phoenix dactylifera. OnLine Journal of Biological Sciences, 2023, 23(4), страницы 504–510. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.504.5107. Impact factor: 0.178. H Index-18, Q3, CiteScore-1.3. Percentile: # 126/213: 41. 7. Yermagambet B.T., Kazankapova M.K., Kasenov B.K., Kasanova Zh. M., Nauryzbaeva, A.T., Kuanyshbekov E.E. Physicochemical and Electrophysical Properties of a Composite Material Based on Carbon Nanofiber Produced from Coal Tar and Nanoiron / Solid Fuel Chemistry, 2022, Vol.56, No.3, pp.171–180. https://doi.org/10.3103/S0361521922030028, Impact factor: 0.66. H Index-19, Q4, CiteScore-1.1. Percentile: # 88/117: 24. 8. Yermagambet, B.T., Kassenova, Z.M., Nurgaliyev, N.U., Kazankapova, M.K., Martemyanov, S.M. Calculation of kinetic parameters of thermal decomposition of coals of various deposits of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2020, 4(442), страницы 86–93. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/http://geolog-technical.kz/assets/2020-4/86-93.pdf. Impact factor: 0.68. H Index-13, Q3, CiteScore-1.8. Percentile: # 168/284: 41. 9. Kazankapova, M.K., Yermagambet, B.T., Kasenov, B.K., Nurgaliyev, N.U., Kassenova, Z.M., Kuanyshbekov, E.E. Nauryzbaeva, A.T., Martemyanov, S.M. Electrophysical properties of carbon material based on coal of “saryadyr” deposit. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2020, 3(441), страницы 117–125. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20203/117-125.pdf. Impact factor: 0.68. H Index-13, Q3, CiteScore-1.8. Percentile: # 168/284: 41. 10. Ermagambet, B.T., Kazankapova, M.K., Borisenko, A.V., Nauryzbaeva, A.T., Zhenisova, A.K., Abylgazina, L.D. Synthesis of carbon nanotubes by the CVD method on the surface of the hydrophobic shale ash. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2019, 5(437), страницы 177–188. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/http://www.geol
--	---

	og-technical.kz/images/pdf/g20195/177-188.pdf. Impact factor: 0.68. H Index-13, Q3, CiteScore-1.8. Percentile: # 168/284: 41. 11.Malik, A., Akimbekov, N.S., Zhubanova, A.A., Abdieva, G.Z., Ualieva, P.S. Screening of biosurfactant-producing microorganisms. Bulletin of KazNU: Environmental series. 2019, 2(59), 80-89. https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v59.i2.07 12.Can, Y., Qiao, X., Akimbekov, N.S., Zhubanova, A.A., Jingquan, L. The biosolubilization of lignite by selective strains of bacteria. Bulletin of KazNU: Environmental series. 2019, 2(59), 50-59. https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v59.i2.04 13.Tastambek, K.T., Akimbekov, N.S., Kairbekov, Zh.K., Dzheldybaeva, I.M., Ziyabekova, M.U., Zhubanova, A.A., Digel I. The role of hydrocarbon-oxidizing bacteria <i>Acinetobacter pittii</i>. RKB1, <i>Bacillus</i> sp. RKB2 in the processes of biosolubilization of brown coal from the Kiyakty deposit (Karaganda, Kazakhstan). (in Russian) Bulletin of KazNU, ecological series. 2019, 3(60), 15-23. https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v60.i3.02 14.Samet, R.S., Akimbekov, N.S., Zhaksybayeva, A.S., Zhubanova, A.A. Interpretation of metagenomics analysis of sulfur bacteria in brown coal samples from Kazakhstan. The Mining Journal of Kazakhstan, 2019, 4 (168), 32-35. 15.Zhubanova, A.A., Xiaohui, Q., Ualieva, P.S., Abdieva, G.Zh., Tastambek K.T., Kayrmanova, G.K., Akimbekov, N. Metagenomic analysis reveals correlation between microbiome structure and leonardite characteristics from kazakhstan coal deposits. Eurasian Chemico-Technological Journal, 2019, 21(2), pp. 135–141. https://doi.org/10.18321/ectj823 Impact factor: 0.201. H Index-12, Q3, CiteScore-1.4. Percentile: # 289/407: 29th. 16.Akimbekov, N.S., Qiao, X., Token, A., Zhubanova, A.A., Tastambek, K.T. Investigation of physico-chemical and microbial properties of lignite samples. Bulletin of KazNU: Environmental series. 2018, 2(55), 52-60. https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/815 17.Akimbekov, N.S., Qiao, X., Tastambek, K.T., Digel, L., Abdieva, G., Ualieva, P., Berdikulov, B., Zhubanova, A.A. Metagenomic analysis of microbial community in coal samples from Kazakhstan using Illumina NGS Technology. Bulletin of KazNU: Biology series. 2018, 3(76), 28-39. https://ect-journal.kz/index.php/ectj/article/view/823 18.Qiao, X., Akimbekov, N.S., Zhubanova, A.A., Tastambek, K.T. Screening of lignite depolymerizing bacterial species through Illumina MiSeq High-throughput Sequencing Technology. International Symposium “Astana Biotech”, Astana, 2018, 46. https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder1177/%D0%96%D1%83%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%90.%20%D0%90.%209.pdf 19.Qiao, X., Tastambek, K.T., Akimbekov, N.S., Zhubanova, A.A. Enrichment culturing and bacterial community structure analysis of solubilizing-brown coal microflora through Illumina Miseq high throughput sequencing technology. 22nd Pushchino School Conference of Young Scientists “Biology is the science of XXI century”. Pushchino, 2018, 48. 20.Akimbekov, N.S., Yernazarova, A.K., Tastambek, K.T., Djansugurova, L.B., Zhubanova, A.A. Microbial load as ecotoxicological assessment of heavy metals presence in soil samples from the Kazakhstan part of the Caspian sea. Eurasian Chemico-Technological Journal, 2017, 19(4), 335–340. http://doi.org/10.18321/ectj681 Impact factor: 0.201. H Index-12, Q3, CiteScore-1.4. Percentile: # 289/407: 29.
--	---

Информация о патентах	1. No.2020/8688 «Методика конструирования микс-консорциума на основе зоо-микробного сообщества и бурых окисленных углей». Акимбеков, Н.Ш., Тастамбек Т.К., Qiao, X., Абдиева, Г.Ж., Уалиева, П.С., Жубанова, А.А. 2. Патент Республики Казахстан на изобретение №. № 35020. Зарегистрировано 21 февраля 2020 г. «Способ получения гуминовых веществ из окисленных выветренных и бурых углей. Авторы: Ермагамбет Б.Т., Касенова Ж.М., Нургалиев Н.Ю., Казанкапова М.К., Морис Ф. 3. No.2018/0682 «Способ переработки Казахстанского угля с помощью Delftia sp.» Акимбеков, Н.Ш., Тастамбек Т.К., Qiao, X., Абдиева, Г.Ж., Уалиева, П.С., Жубанова, А.А., Кайырманова, Г.К. 4. No. 2022/0069.1. Заявка № 137087 - Патент на изобретение «Способ обогащения почвы». Акимбеков Н.Ш., Тастамбек Қ.Т., Абдиева Г.Ж., Уалиева П.С., Шерелхан Д.К., Алтынбай Н.П., Тағаев Қ.Ж., Мылтыкбаева А.Б. 5. No. 2018/0681 «Способ переработки Казахстанского угля с помощью Acinetobacter sp.». Акимбеков, Н.Ш., ТастамбекТ.К., Qiao, X., Абдиева, Г.Ж., Уалиева, П.С., Жубанова, А.А. 6. Патент РК на полезную модель №. № 5150. Зарегистрировано 10 июля 2020 г. Способ получения магнитных нанокompозитных сорбентов. Ермагамбет Б.Т., Казанкапова М.К., Наурызбаева А.Т., Касенова Ж.М. 7. No. 2020/8690 «Методика определения содержания серы и сернистых соединений в образцах бурых углей Ленгерского месторождения». Акимбеков, Н.Ш., Тастамбек Т.К., Qiao, X., Абдиева, Г.Ж., Уалиева, П.С., Жубанова, А.А.
-----------------------	--