

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эксперта диссертационного совета Алымкуловой Анары Абдыкулловны доктора биологических наук, доцента Д 03.24.693 при Институте биологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики и Иссык-Кульском Государственном Университете им. К. Тыныстанова на соискание ученой степени (доктора) кандидата наук по диссертации Бекебаевой Мадины Омирхановны на тему: «Микробоценозы золотоносных месторождений Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология; 03.02.03 – микробиология.

Рассмотрев представленную соискателем Бекебаевой Мадины Омирхановны диссертацию, пришла к следующему заключению:

1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите

Представленная Бекебаевой Мадины Омирхановны диссертация на тему «Микробоценозы золотоносных месторождений Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом», соответствует профилю диссертационного совета. В работе проводится исследования по изучению микробоценозов золотоносных месторождений Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом, что в полной мере соответствует паспорту специальности 03.02.08 – экология; 03.02.03 – микробиология.

2. Целью диссертации является выявление оценка влияния антропогенных факторов на структуру и динамику численности микробоценозов в техногенных экосистемах Восточного Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом.

Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:

1. Изучить частоту встречаемости *A. ferrooxidans* и количественная оценка значимости физико-химических факторов, влияющих на состав микроорганизмов характерных для рудных месторождений Восточного Казахстана;
2. Установить сезонную динамику и зависимость к температуре микробоценозов золотоносных месторождений Восточного Казахстана;
3. Разработать способ получения ассоциативных и умеренно термофильных культур, выделенных из ряда месторождений Восточного Казахстана;
4. Установить закономерность активизаций культур бактериальных клеток, который является ключевым процессом биоокисления сульфидных руд;
5. Определить количественный состав видов бактериальной клетки и целесообразность применения проведенного молекулярно-биологического исследования структуры сообщества в прикладных биотехнологических и микробиологических исследованиях.

Цель достигнута согласно поставленным задачам, используемым методам и результатам исследований. Работа выполнена в соответствии с одним из разделов научно-исследовательских направлений в рамках Подпрограмма 102 «Грантовое финансирование научных исследований», Приоритет: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции», «Разработка биохимической технологии извлечения благородных металлов из упорных руд казахстанских месторождений с использованием активных ассоциаций хемолитотрофных бактерий», УДК 581.52;550.72; МРНТИ 62.13.27; № госрегистрации 0115РК00277; Инв. № 0217РК01522 в лаборатории биогеохимии и

радиоэкологии Института биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Объектом исследования являются аборигенные штаммы хемолитотрофных микроорганизмов, распространенные в рудном теле месторождении Казахстана: Риддер-Сокольное и Большевик.

Исследовательская работа проводилась с 2016 по 2022 годы, использовались различные общепринятые микробиологические и экологические методы.

Для выделения различных групп хемолитотрофных бактерий были выбраны действующих золотоносные месторождения Восточного Казахстана - и Большевик. Чистую культуру выделяли, используя твердую агаризованную среду 9К. Для выделения чистой культуры также использовали методы кратных разведений.

Численность микроорганизмов изучали общепринятыми экологическими методами, путем высева на соответствующие каждой группе микроорганизмов питательные среды.

Анализ филогенетического положения микроорганизмов с помощью секвенирования гена *16S rRNA*. Секвенирование проводилось на фирменном приборе марки «EvoGen» по методу Сэнгера. Первичный анализ сходства полученных нуклеотидных последовательностей генов 16S rRNA проводили с помощью сервера BLAST. Выравнивание последовательностей и построение филогенетического дерева исследуемых бактерий осуществляли с помощью пакета программ MEGA 6.

Химический состав руды, растворов и кеков после выщелачивания определяли в испытательной химико-технологической лаборатории ионообменных материалов ТОО «КАЗАТОМПРОМ-СОРБЕНТ». Рентгено-фазовый анализ проводили на дифрактометре D8 Advance (BRUKER), излучение α -Cu.

Статистическая обработка материала проводилась с помощью компьютерных программ Microsoft Excel, графические иллюстрации построены с использованием программных пакетов Microsoft Excel, карта-схема – программ «Surfer -15».

Соотношение скульптурных и аккумулятивных форм рельефа в процессе техногенеза в каждом конкретном случае зависит от вещественного состава пород и региона расположения месторождений. В этой связи, автором изучалась экология микробеценозов месторождений «Большевик» и «Риддер-Сокольное», расположенные в Восточной части Казахстана.

Актуальность темы диссертации: В главе 1 «Обзор литературы» дан аналитический обзор работ зарубежных и отечественных ученых, посвященных изучению биовыщелачивание металлов, роли микроорганизмов и промышленные технологии бактериального выщелачивания руд, подробно отражающий этапы и степень изученности микробеценозы золотоносных месторождений Казахстана. Распространение и геохимическая деятельность тионовых бактерий в месторождениях полезных ископаемых. Физикогеографическая характеристика района месторождения Риддер-Сокольное. Особенности эколого-химической характеристики и географическое расположение некоторых рудных месторождений Казахстана. Железоокисляющие тионовые бактерии в экологическом отношении являются ярко выраженными специалистами. Экологической нишей для них служат месторождения сульфидных минералов, кислые рудничные воды. Многие месторождения сульфидных руд изучены в отношении распространения в них тионовых и сопутствующих микроорганизмов. Однако, почти нет исследований по сопоставлению микробеценозов месторождений отдаленных друг от друга географических районов.

В связи с вышеизложенным, изучение экологии микроорганизмов в месторождениях сульфидных руд разных географических зон и их геохимической деятельности представляется весьма актуальным.

3. Научные результаты

В работе представлены следующие новые научно-обоснованные теоретические результаты, совокупность которых имеет немаловажное значение для развития фундаментальной науки:

3.1. Впервые получены данные о численности и составе микробоценозов руд и шахтных вод золотоносного, техногенного месторождений Казахстана. Показана зависимость численности тионовых бактерий от сезонных и техногенных стадий. Определены условия интенсификации процесса извлечения золота с использованием хемолитотрофных бактерий для последующего тиосульфатного выщелачивания с помощью тионовых бактерий. Определены оптимальные экоусловия биовыщелачивания золотоносных руд с помощью тионовых бактерий, обеспечивающих максимальное извлечение золота. Установлено влияние различных концентраций химических соединений на рост и развитие железобактерий. Определены условия активизации процессов выщелачивания бедных золотомышьяковых концентратов. На основе результатов исследования микробоценозов золотосодержащих руд, кинетических параметров реакций бактериального извлечения золота из бедных, золотосодержащих руд установлен механизм протекания процессов бактериально-химического вскрытия руд.

3.2. Достоверность теоретических и экспериментальных данных обусловлена выводами, которые подтверждаются результатами исследований, наблюдений и практической деятельности выработанными рекомендациями по производству, распространению которых окажут перспективность использования ассоциаций хемолитотрофных бактерий, выделенных непосредственно на месторождении для биовыщелачивания упорных руд с последующим выщелачиванием благородных металлов при переработке руд месторождений Восточного Казахстана и улучшения экологической среды.

3.3. Теоретическое значение работы заключается в разработке способа получения ассоциативных культур, выделенных из ряда месторождений Казахстана и получена устойчивая популяция умеренно термофильных *Acidithiobacillus ferrooxidans* и *Acidiplasma sp.*, характеризующаяся повышенной скоростью роста и окисления двухвалентного железа.

Материалы диссертационной работы внедрены и используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий на кафедрах химии и биологии естественно-технического факультета Жетысуского государственного университета им. И.Жансугурова по курсам: «Основы микробиологических исследований».

3.4. Соответствие квалификационному признаку. Характер результатов диссертации решение задач, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний. Полученные результаты являются новыми. Ценность результатов диссертации высокая. Тема входит в отраслевую программу. Уровень внедрения результатов на межотраслевом уровне. Результаты диссертации требуют расширенного использования.

4. Практическая значимость полученных результатов. Данные, полученные при изучении геохимической деятельности микроорганизмов рудных месторождений, имеют значение для практики выщелачивания цветных металлов. Эти микроорганизмы перспективны как биоэкологический и биотехнологический объект для использования в

гидрометаллургии с целью интенсификации процессов выщелачивания металлов из руд и продуктов их обогащения.

Исследования по изучению и выявлению различных способов повышения активности железоокисляющих бактерий, которые имеют важное практическое значение, так как позволяют длительное время поддерживать культуры в активном состоянии в техногенных экосистемах, что отвечает требованиям эко-технологического процесса, основанного на деятельности этих микроорганизмов.

Экономическая значимость полученных результатов. Экономическая эффективность научно-исследовательских работ, ожидаемые результаты от внедрения научного исследования в производство должны быть рассчитаны на примере эталона. В производстве бактериально-химического способа выщелачивания золотосодержащих руд в качестве эталона обычно применяются производственные технологические процессы, в которых нашли применение результаты научно-исследовательской работы. Для достижения поставленной цели в диссертации сделаны попытки решить задачи, которые, по мнению автора, наиболее актуальны для рассматриваемого - выявить особенности процесса "бактериально-химического способа выщелачивания золотосодержащих руд".

4. Практическая значимость полученных результатов (для отрасли, страны, мира). Проведенные экспериментальные исследования послужат научно-теоретической базой для дополнения сведений по технологии производства бактериально-химического способа выщелачивания золотосодержащих руд не только Республики Казахстан, но и в мировом пространстве.

Также результаты исследований Бекебаевой Мадины Омирхановны внедрены и используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий на кафедрах химии и биологии естественно-технического факультета Жетысуского государственного университета им. И.Жансугурова по курсам: «Основы микробиологических исследований».

5. Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования.

6. Замечания:

1. В диссертации и автореферате не указана годы проведенных исследований;
2. На стр. 20 упоминание табл. 1.2 и 1.3 перенести на стр. 21;
3. На стр. 26 после упоминания рис. 1.1 перенести рис. 1.1 с стр. 28 на стр.27;
4. На стр. 40, 41 исправить нумерацию рисунков 2.7 – 2.10;
5. На стр. 41 необходимо дать рисунки по отдельности, т.к. цифры на рисунках не видны и теряют своё значение;
6. На стр. 42 нет ссылки на рисунок 2.10, упоминание рисунка дается на стр.44;
7. На стр. 47 отредактировать предложение: «В этой связи, мы изучали микробоценоз месторождений, расположенных в Южной Среди аммонификаторов встречаются как спорообразующие формы (*Bacillus*), так и микроорганизмы, не образующие спор (*Pseudomonas, Micrococcus, Arthrobacter, Mycobacterium, Proteus*), Северной и Восточной части Казахстана.»;
8. На стр. 47 дается ссылка на табл.3.1, которой нет;
9. Нумерацию рисунков сделать согласно требованию на стр. 67-69, 72, 74;
10. На стр. 65 ссылка дается после рисунка 3.5;
11. На стр. 79 в одном месте пишется река Кызыл-Суу, а в другом Кызылсу;
12. На стр. 84 нет ссылки на табл. 3.3, таблица разорванная. Состояние запасов по месторождению Большевик на 1.01.2008 г. – это личные данные диссертанта или результаты исследования других ученых?

13. На стр. 90 нет ссылки на рисунок 3.12 из трёх фотографий не понятно, что означает первое фото с цифрой 4;
14. На стр. 90, 92, 95 нет ссылок на рисунки 3.13, 3.15, 3.17;
15. На стр. 101 название рисунка 3.21 перешла на стр. 102;
16. На стр. 105 нумерация ссылки на табл. 3.8 дается не верно;
17. На стр. 106 нет ссылки на табл. 3.9;
18. На стр. 108 название рисунка перешла на стр. 109;
19. На стр. 112 в табл. 3.12 нет данных по *Acidiplasma sp.*
20. На стр. 113 дается название табл. 3.13, а сама таблица на следующей странице;
21. На стр. 114, 115 диссертации ставиться вторая цель, научная новизна и объект исследования диссертации. Такого быть не должно.
22. На стр. 116 номер ссылки на рисунок дается неправильно;
23. На стр. 119 ссылка на рисунок дается после рисунка 3.30;
24. На стр. 120 табл. 3.14 представлена на английском языке;
25. На стр. 121 рисунок дается на английском языке;
26. На стр. 122 нет ссылки на рис. 3.32;
27. На стр. 132 название таблицы 3.16 и её часть, а остальная часть на стр. 133;
28. В автореферате пишется, что работа проведена в институте биологии НАН КР, в какой именно лаборатории и есть ли там такое оборудование?
29. В главе материалы и методы автореферата используется рисунок 2.1. Карта географического расположения, которого нет в диссертации, а в диссертации карта более информативная, предлагаю в автореферат поставить её;
30. Рисунок 3.1.1 автореферата нет в диссертации;
31. Таблица 3.3 автореферата не соответствует таблице 3.3 диссертации;
32. В диссертации проводятся исследование двух месторождений Казахстана: Риддер-Сокольное и Большевик, однако не проводится между ними никаких параллелей;
33. Материалы диссертационной работы внедрены и используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий, хотя внедрить и использовать в производстве было бы гораздо эффективнее.

7. Предложения

Назначить и ведущей организацией – Южно-Казахстанский государственный университет им.М.О.Ауэзова кафедре Биологии

Официальными оппонентами: - **Алымкулова Анара Абдыкуловна**, доктора биологических наук, доцента (03.02.08-экология), ведущего научного сотрудника, заведующей зоологическим музеем Института биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, имеющего труды близкие по тематике:

1. Эген кызы О., Алымкулова А.А., Эргешбаев М.Б. К изучению амфибий в Алайской долине на юге Кыргызской Республики. - Вестник филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский государственный социальный университет" в г. Ош Кыргызской Республики. 2023. № 1 (27). С. 267-274.

2. Эргешбаев М.Б., Алымкулова А.А. Современные представления о гостальности природных очагов чумы в Кыргызской Республике. Вестник филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский государственный социальный университет" в г. Ош Кыргызской Республики. 2023. № 2 (28). С. 195-201.

3. Атабеков У.А., Сарымсакова А.Т., Кудайберди к. З., Алымкулова А.А.

Туштук Кыргызстандагы чычкан сымал кемируучулордун зоогеографиялык муноздомосу Исследование живой природы Кыргызстана. 2023. № 2. С. 131-134

- **Бержанова Рамза Жаинабековна** – к.б.н. (03.02.03- микробиология), имеющего труды близкие по тематике:

1. Yessentayeva K., Reinhard A., Berzhanova R., Mukasheva T., Urich T., Mikolasch A. Bacterial crude oil and polyaromatic hydrocarbon degraders from Kazakh oil fields as barley Growth support. Applied Microbiology and Biotechnology. 2024. Т. 108. № 1. С. 189.

2. Yesentaeva K., Zhuniszhan A., Berzhanova R., Mikolash A., Mukasheva T. Screening of bioemulsifier –producing drugs to exclude mucus-forming and hydrocarbon destructors BIO.2024. Т. 100. С. 02011.

3. Nurzhanova A., Muratova A., Berzhanova R., Pidlisnyuk V., Nurmagambetova A., Mamirova. Rhizosphere microorganisms; increasing phytotechnology productivity and efficiency –A Review. Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. 2022. Т. 3. № 343. С. 34-58.

8. Рекомендации:

Оформить диссертацию и автореферат в соответствии с требованиями. Учесть сделанные замечания для окончательного варианта диссертации.

9. Заключение:

Представленная диссертация соответствует требованиям НАК КР к кандидатским диссертациям, количество публикаций по теме диссертации удовлетворяют требованиям НАК КР.

10. Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 03.24.693 при институте биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики и Иссык-кульском государственном Университете им. К.Тыныстанова Министерства образования и науки Кыргызской Республики по защите диссертаций и соискание ученой степени (доктора) кандидата наук принять диссертацию Бекебаевой Мадины Омирхановны на тему: «Микробоценозы золотоносных месторождений Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология; 03.02.03 – микробиология.

Эксперт доктор биологических наук, доцент

А. А. Алымкулова

Подпись эксперта диссертационного совета, заверяю
Ученый секретарь
диссертационного совета Д 03.24.693
к.б.н.



К. Д. Бавланкулова