КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН БИОЛОГИЯ ИНСТИТУТУ

ЫСЫК-КӨЛ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ К. ТЫНЫСТАНОВ атындагы

Д 03.24.693 ведомство аралык диссертациялык кеңеш

Кол жазма укугунда

УДК 634.5 (575.2) (04)

**Бекебаева Мадина Омирхановна**

**Казахстандын алтын кени бар аймактарынын микробоценоздору жана микробиологиялык ыкма менен кендерди эритүү аркылуу бөлүп алуу технологиясынын натыйжалуулугун жогорулатуу**

03.02.08 – экология

03.02.03 – микробиология

биология илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын

изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын

**авторефераты**

Бишкек – 2024

Диссертациялык иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Биология институтунун биогеохимия жана радиоэкология лабораториясында аткарылды.

|  |  |
| --- | --- |
| **Илимий жетекчилер:** | **Дженбаев Бекмамат Мурзакматович**  биология илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын башкы окумуштуу катчысы (экология – 03.02.08)  **Канаев Ашимхан Токтасынович**  биология илимдеринин доктору, табигый дисциплиналар кафедрасынын профессору, И.Жансугуров атындагы Жетысу мамлекеттик университетинин биотехнология маселелери илимий-изилдөө институтунун директору (микробиология – 03.02.03) |
|  |  |
| **Расмий оппоненттер:** |  |
| **Жетектөөчү мекеме:** |  |

Диссертациялык иш 2024-жылдын «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ саат «\_\_\_\_\_\_» Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын биология Институтунун жана К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинин биология илимдеринин (доктору) кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу боюнча Д 03.24.693 диссертациялык кеңешинин жыйынында корголот. Дареги: 720071, Бишкек шаары, Чүй проспекти, 265.

Дипломдук коргоо онлайн берүү аныктоо коду: \_\_\_\_\_\_\_

Диссертациялык иш менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Борбордук китепканасынан (Бишкек ш., Чүй пр., 265а), К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинин китепканасынан (Каракол ш., Тыныстанов көч., 26), <https://www.vak.kg> сайттан таанышууга болот.

Автореферат таркатылды

Диссертациялык кеӊештин

илимий катчысы,

биология илимдеринин кандидаты К. Дж. Бавланкулова

**ИЗИЛДӨӨНҮН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ**

**Диссертациянын темасынын актуалдуулугу.** Геохимиялык экологиянын негизги борбордук проблемаларынын бири кени бар аймактардын микроорганизмдеринин геохимиялык иш аракетин изилдөө болуп саналат. Жаратылышта микроорганизмдердин геохимиялык кызматтарынын түрдүү болушунун натыйжасында экосистемадагы микроорганизмдердин жардамы менен жүрүп жаткан биогеохимиялык процесстердин 9 категориясын айырмалашат: [Каравайко Г. И., 1972; Мавжудова А. М. ж.б., 2005; Холматов М. М., 2003]. Алардын ичинен татаал эрий турган минералдардын кычкылдануу процессине айлануусу өзгөчө мааниге ээ, ал хемолитоавтотрофдуу бактериялар аркылуу ишке ашырылат, алар өз кезегинде өзгөрүлмө валенттүүлүккө ээ болгон элементтерди электрондордун донору катары энергетикалык максатта пайдаланышат. Алардын иш аракети менен жаратылышта кен байлыктардын пайда болушу жана бузулушу байланыштуу, минералдык элементтердин айлануусунун маанилүү этабын ишке ашыруу менен геохимиялык жана биологиялык процесстерди байланыштыруучу звено болуп саналат.

Өзгөрүлмө валенттүүлүккө ээ болгон элементтери бар минералдарды өзгөртүү жөндөмдүүлүгү кеңири практикалык колдонууга алып келди жана экологиялык биотехнологиянын өз алдынча бөлүгү болгон биогеометаллургиянын негизин түздү. Ошол себептен улам 50 жылдан ашуун убакыттан бери тиондук бактериялардын биохимиясын жана физиологиясын изилдөө жүргүзүлүп жатат. Бүгүнкү күнгө карата бул бактериялардын метаболизм жолдору жана алардын металлга туруктуулугу жакшы изилденди. Бул маселелерге салыштырмалуу алардын экологиясы анча изилденген эмес.

Темирди кычкылдандыруучу тион бактериялары экологиялык жактан даана ачыкталган адистер болуп саналат. Алар үчүн экологиялык чөйрө болуп сульфиддүү минералдардын кездешкен аймагы, кычкыл булак суулары кызмат кылат. Сульфиддүү булактардын көпчүлүк кездешкен аймактары аларда тиондуу жана коштоп жүрүүчү микроорганизмдердин таралуусу катары изилденген. Бирок, бири биринен алыста жайгашкан географиялык райондордун микробоцензодорун изилдөөлөр жокко эсе.

Жогоруда айтылгандарды эске алуу менен, түрдүү географиялык аймактагы сульфиддүү булактарда микроорганизмдердин экологиясын жана алардын геохимиялык иш аракетин изилдөө актуалдуу болуп эсептелет.

Ландшафттын бүтүндүгүн антропогендик кыйратуу формаларынын түрдүүлүгүнүн арасынан жылуулук электростанцияларынын күл топтоо аймактары акыркы орунду ээлебейт. Бул сыяктуу чоң аймактар, алардын айлана чөйрөгө тийгизген таасири рекультивация ыкмасын иштеп чыгууну талап кылат. Бузулган аймактардагы өсүмдүк катмарынын табигый калыбына келүүсүн жана багытуулугун, тенденцияларын аныктоо, табигый зоналдык экосистемаларда жасалма фитоценоздорду түзүү жана киргизүү маанилүү болуп саналат.

**Диссертациянын темасынын ири илимий программалар (проектилер) жана негизги илимий-изилдөө иштер менен байланышы.**

Илимий иш 102-«Илимий изилдөөлөрдү гранттык каржылоо» программасынын алкагында жүргүзүлгөн, приоритети: «1. Жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу, чийки затты жана продукцияны иштетүү», «Хемолитотрофтуу бактериялардын активдүү ассоциациясын колдонуу менен туруктуу казак кен чыккан аймактардан баалуу металлдарды казып алуунун биохимиялык технологиясын иштеп чыгуу» УДК 581.52;550.72; МРНТИ 62.13.27; мамкаттоонун № 0115РК00277; Инв. № 0217РК01522.

**Изилдөөнүн максаты** – Чыгыш Казакстандын техногендик экосистемаларында микробиоценоздордун түзүмүнө жана санынын динамикасына антропогендик факторлордун таасирин баалоо жана кендерди микробиологиялык ыкма менен шакардоо технологиясынын натыйжалуулугун жогорулатуу.

**Изилдөөнүн маселеси:**

1. Чыгыш Казакстандын рудалык кендерине мүнөздүү микроорганизмдердин курамына таасир этүүчү физикалык-химиялык факторлордун маанисин сандык баалоо жана *А.ferrooxidans* пайда болуу жыштыгын изилдөө;

2. Чыгыш Казакстандын алтын кендеринин микробоценоздорунун температурасына сезондук динамиканы жана көз карандылыкты орнотуу; 3. Чыгыш Казакстандын бир катар кендеринен бөлүнүп алынган ассоциативдик жана орточо термофилдик өсүмдүктөрдү алуу ыкмасын иштеп чыгуу;

4. Сульфид рудаларынын негизги био-кычкылдануу процесси болгон бактериялык клетка маданиятынын активдешүү схемасын түзүү;

5. Бактериялык клетканын түрлөрүнүн сандык курамын жана прикладдык биотехнологиялык жана микробиологиялык изилдөөлөрдө жамааттын түзүлүшүнө жүргүзүлгөн молекулярдык-биологиялык изилдөөнү колдонуунун максатка ылайыктуулугун аныктоо.

**Алынган жыйынтыктардын илимий жанылыгы.** Казакстандын алтын, техногендик кендеринин микробиоценоздорунун жана кен сууларынын саны жана курамы жөнүндө маалыматтар биринчи жолу алынган. Тион бактерияларынын санынын сезондук жана техногендик баскычтардан көз карандылыгы көрсөтүлгөн. Тион бактериялары менен кийинки тиосульфатты эритүү үчүн хемолитотрофтук бактерияларды колдонуу менен алтынды алуу процессинин интенсификациясынын шарттары аныкталды. Алтындын максималдуу алынышын камсыз кылуучу Тион бактериялары менен алтын рудаларын био-ылгоонун оптималдуу эко шарттары аныкталды. Темир кычкылдандыруучу бактериялардын өсүшүнө жана өнүгүшүнө химиялык кошулмалардын ар кандай концентрациясынын таасири аныкталды. Жакыр алтын-булчуң концентраттарын суюлтуу процесстерин активдештирүү шарттары аныкталды. Алтын камтыган рудалардын микробиоценозун, начар, алтын камтыган рудалардан алтынды бактериялык ылгоо реакцияларынын кинетикалык параметрлерин изилдөөнүн жыйынтыктарынын негизинде рудаларды бактериялык-химиялык ачуу процесстеринин өтүү механизми белгиленген.

**Алынган жыйынтыктардын практикалык маанилүүлүгү.** Руда кендериндеги микроорганизмдердин геохимиялык иш-аракеттерин изилдөөдөн алынган маалыматтар түстүү металлдарды эритүү практикасына таасирин тийгизет. Бул микроорганизмдер гидрометаллургияда металлдарды рудалардан жана аларды байытуу продуктуларынан эритүү процесстерин күчөтүү максатында биологиялык жана биотехнологиялык объект катары келечектүү. Маанилүү практикалык мааниге ээ болгон темир кычкылдандыруучу бактериялардын активдүүлүгүн жогорулатуунун ар кандай жолдорун изилдөө жана аныктоо боюнча изилдөөлөр, анткени бул микроорганизмдердин ишмердүүлүгүнө негизделген эко-технологиялык процесстин талаптарына жооп берген, техногендик экосистемаларда өсүмдүктөрдү узак убакыт бою активдүү кармап турууга мүмкүндүк берет.

**Алынган жыйынтыктардын экономикалык маанилүүлүгү.** Илимий-изилдөө иштеринин экономикалык натыйжалуулугу, үлүш өндүрүшүнө илимий изилдөөлөрдү киргизүүдөн күтүлгөн натыйжалар эталондун мисалында эсептелиши керек. Алтын камтыган рудаларды шаймалоонун бактериялык-химиялык ыкмасын өндүрүүдө эталон катары адатта илимий-изилдөө иштеринин натыйжалары колдонулган өндүрүштүк технологиялык процесстер колдонулат. Коюлган максатка жетүү үчүн, диссертацияда автордун пикири боюнча, каралып жаткан үчүн эң актуалдуу болгон маселелерди чечүүгө аракет жасалат - "алтынды камтыган рудаларды шакардоо бактериялык-химиялык ыкмасы"процессинин өзгөчөлүктөрүн аныктоо.

**Коргоого алынып чыккан диссертациянын негизги жоболору:**

1. *А.ferrooxidans* пайда болуу жыштыгы жана Чыгыш Казакстандын кен чыккан жерлерине мүнөздүү микроорганизмдердин курамына таасир этүүчү экологиялык (физикалык-химиялык) факторлордун маанисин сандык баалоо изилденди. Казахстанда кен чыккан жерлердин экологиялык-геохимиялык мүнөздөмөсү жана географиялык жайгашуусу негизделген;
2. Чыгыш Казакстандын алтын кендериндеги хемолитотрофтук бактериялардын микробоценоздорунун сезондук динамикасы, ошондой эле алардын айлана-чөйрөнүн температурасына көз карандылыгы аныкталды;
3. Хемолитотрофтук бактерияларды бөлүп алуу, гендердин нуклеотиддик тизмектеринин деңгээлинде алгачкы культураларды идентификациялоо 16S рРНК;
4. Сульфиддик минералдардын жана рудалардын биоалкализация процессине абиотикалык факторлордун таасири аныкталды;
5. Чыгыш Казакстандын кендеринен бөлүнүп алынган ассоциативдик жана орточо термофилдик өсүмдүктөрдү алуу ыкмасы иштелип чыкты.

**Изилденүүчүнүн жеке салымы.** Изденүүчүгө изилдөө багытын тандоодо, көйгөйдү аныктоодо, максаттарды жана милдеттерди коюуда, эксперименталдык ыкмаларды иштеп чыгууда жана натыйжаларды жалпылоодо чечүүчү роль таандык.

**Диссертациянын жыйынтыгынын апробациясы.** Изилдөө материалдары**:** ІV-Эл аралык Фараби окуусунун алкагындагы «Биотехнология, экология жана физика-химиялык биологиянын актуалдуу проблемалары» Эл аралык илимий-практикалык конференция (Алматы, 2017); «Агроөнөр жай комплекси жана айыл чарба илимдери» І-Эл аралык илимий-практикалык конференция (Шымкент, 2017); «16-Ауэзовдук окуулар: «Төртүнчү өнөр жай төнкөрүшү: Казакстанды илим, билим жана маданият тармагында жаныландыруунун жаны мүмкүнчүлүктөрү» (Шымкент, 2018); КР УИА химия жана фитотехнология институтунун уюшулгандыгынын 75 жылдыгына арналган «ХХI-кылымдын босогосундагы инновациялык илим» аталышындагы Эл аралык илимий конференция (Бишкек, 2018); "Дүйнөлүк илимди туруктуу өнүктүрүүнүн стратегиялары" Евразиялык илимий бирикмеси, 75мен эл аралык илимий конференция (Москва, 2021); «The scientific heritage» – илимий коомчулукка багытталган адистештирилген мезгилдүү басылма (Будапешт, 2024).

**Диссертациялык иштин жыйынтыктарынын илимий эмгектерде чагылдырылышы.** Диссертациянын материалдары боюнча 14 илимий эмгек жарыяланган, анын ичинде бир нече эмгектер КР РИНЦ сунуштаган журналдарга киргизилген, КР ЖАК сунуштаган журналдарга 2 макала жарыяланган, 3 макала Илимий цитаталоонун россиялык индексинин (РИНЦ) улуттук библиографиялык маалымат базасына (РИНЦ), калгандары Казакстан, Россия ж. б. басылмаларына кирген.

**Диссертациялык иштин түзүлүшү жана көлөмү.** Диссертациялык иш компьютердик тексттин 161 бетинде түшүрүлгөн, киришүү, 3 бөлүм, жыйынтыктар, практикалык сунуштар, 160 аталыштагы, анын ичинен 55 чет өлкөлүк авторлор, колдонулган адабияттардын тизмесинен турат, 19 таблица жана 44 сүрөттү камтыйт.

**ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ**

**Киришүү.** Изилдөөнүн актуалдуулугу, аны алып келүүнүн зарылдыгынын негиздемеси, максаты, милдеттери, илимий жаңылыгы, иштин практикалык мааниси, коргоого коюлган диссертациянын жоболору, ошондой эле диссертациянын структурасына тиешелүү маалыматтар берилген.

**1-бөлүм. Адабияттарга сереп.** Бөлүмдө Казакстандын алтын кени жайгашкан аймактардын микробоценоздордун изилдөөнүн бардык этабын жана денгээлин толук чагылдырган, кенди бактериалдык ажыратып алууда микроорганизмдердин жана өнөр жай технологияларынын ролу, металлдарды биоажыратып алууну изилдөөгө арналган чет өлкөлүк жана ата мекендик окумуштуулардын иштерине аналитикалык талдоо берилди.

**2-бөлүм. Изилдөөнүн материалы жана методу**

**Изилдөөнүн объектиси.** Казахстандын: Риддер-Соколь, Большевик кен аймагындагы хемолитотрофтук микроорганизмдердин жергиликтүү штаммдары.

**Изилдөөнүн предмети:** Чыгыш Казакстан кенинде жашаган хемолитотрофтуу микроорганизмдердин штаммдарынын экологиялык өзгөчөлүктөрү.

Бул ишти ишке ашыруу үчүн жалпы кабыл алынган микробиологиялык жана экологиялык изилдөө методдору колдонулган.

Хемолитотрофтук бактериялардын ар кандай топторун бөлүп алуу үчүн чыгыш Казакстандын Активдүү алтын кендери - жана Большевик тандалып алынган. Таза культура катуу Агар 9к чөйрөнү колдонуу менен баса белгиленди.

Микроорганизмдердин саны жалпы кабыл алынган экологиялык метод аркылуу ар бир группага азыктануу чөйрөсүн таратуу жолу менен изилденди.

*16S рРНК* генин секвенирлөө жардамы менен микроорганизмдердин филогенетикалык абалын тандоо. Секвенирлөө Сэнгер методу боюнча «Evrogen» маркасынын фирмалык жабдыгында жүргүзүлдү. 16S рРНК гендеринин нуклеотиддик ырааттуулугунун алынган окшоштуктарынын алгачкы талдоосун BLAST серверинин жардамы менен жүргүзүштү. Ырааттуулуктарды калыпка келтирүү жана изилденип жаткан бактериялардын филогенетикалык дарагын түзүү MEGA 6 программасынын пакетинин жардамы менен ишке ашырылды.

Ажыратып алынгандан кийинки кендин, эритмелердин жана кектердин химиялык курамы ТОО «КАЗАТОМПРОМ-СОРБЕНТ» ион алмашуу материалдарынын сыноо химия-технологиялык лабораториясында аныкталды. Рентгендик-фазалык анализ D8 Advance (BRUKER) дифрактометринде, нурлануу *а*-Cu жүргүзүлдү.

Microsoft Excel компьютердик программасынын жардамы аркылуу материалдар статистикалык иштелип чыкты жана графикалык иллюстрациялар түзүлдү, карта-схемалар «Surfer-15» программасы аркылуу жасалды.

Техногенез процессинде рельефтин скульптуралык жана аккумулятивдик формаларынын катышы ар бир конкреттүү учурда тектердин буюмдук курамына жана кендер жайгашкан регионго жараша болот. Буга байланыштуу биз Казакстандын чыгыш бөлүгүндө жайгашкан "Большевик" жана "Риддер-Сокольный" кен чыккан жерлеринин микробоценоздорунун экологиясын изилдедик. Алардын географиялык жайгашуусу сүрөттө көрсөтүлгөн. 2.1 (а,б).



а)



б)

Сүрөт. 2.1. Географиялык жайгашуусунун картасы-ак) "Большевик" алтын-мышьяк кени, б) Риддер-Соколь алтын кени.

**3-бөлүм. Жекече изилдөөлөрдүн жыйынтыгы жана аларды талкулоо**

**3.1 Рудалардын экологиялык-геохимиялык мүнөздөмөсү жана Риддер-Соколь алтын кенинин микробоценозу**

Аммонификациялоочу бактериялардын геоэкологиялык бөлүштүрүлүшү тандалган горизонттордун шахта сууларында изилденген. Белгилүү болгондой, аммонификаторлор-бул белокторду жана аминокислоталарды энергетикалык субстрат катары колдонгон бактериялардын физиологиялык тобу, бул аммиактын чөйрөгө чыгышы менен коштолот. Арасында аммонификаторов кездешет катары спорообразующие формалары (*Bacillus*), ошондой эле микроорганизмдер жок түзгөн талаш-тартыш (*Pseudomonas, Micrococcus, Arthrobacter, Mycobacterium, Proteus*).

Аммонификациялоочу бактериялардын жалпы саны 101-104 кл / мл (сүрөт. 3.1.1.). Бактериялардын эң аз саны 50 жана 290 горизонттордогу шахта сууларында байкалган, мында суу бир аз кислоталуу (рН 5,8) чөйрөгө ээ. Бул горизонтто Риддер-Соколь кенинин жарака кеткен суулары шайма зонанын жер астындагы сууларына кирет. Суулуу горизонттогу гидрохимиялык шарттар табигый жаратылыш факторлору менен аныкталат – суу жайгаштыруучу тектердеги сууда эрүүчү туздардын камтылышы (химиялык-минералогиялык курамы), алардын өткөрүмдүүлүгү жана жер астындагы сууларды чыпкалоо ылдамдыгы.

90, 330 горизонтторунун шахталык сууларынын иондук-туздуу курамы тоо тектеринин минералдык массасын эритүү жана эритүү процесстеринин эсебинен түзүлөт (Силикаттардын гидролитикалык ажыроо продуктулары, сульфиддердин кычкылдануусу жана карбонаттардын көмүр кычкыл газынын бузулушу). Интенсивдүү суу алмашуунун натыйжасында суулуу горизонтто тузсуз аз минералдашкан суулар, иондук курамы боюнча гидрокарбонаттуу кальций-натрийлүү, нейтралдуу же чоңдугу боюнча начар щелочтуу рН, кургак калдыгы 0,2–0,4 г/дм3 түзүлөт. Мындай суу чөйрөсүндө аммонификациялоочу бактерия клеткаларынын саны 104 кл/млге чейин жетет. Калган горизонттордогу сууда аммонификаторлордун саны 102-103 кл/мл. изилдөө мезгилинде суулар негизинен нейтралдуу жана бир аз щелочтуу реакцияга ээ болгон (рН 7,5–8,2).

Ошентип, алтын-мышьяк кенинин горизонтторунун шахта сууларында аммонификация процесси чөйрөнүн алкалдашуусу менен коштолот. Натыйжада, аминокислоталар дезаминденип, органикалык кислоталарды (пируват, ацетат жана башка трикарбон кислотасынын цикли) түзүшөт жана ушул формада Кребс циклине толук кычкылдануу жана клетка тарабынан энергия алуу үчүн киришет.

Сүрөт. 3.1.1. Риддер-Соколь алтын кенинин рудалык денесиндеги азоттун айлануусуна катышкан аммонификациялоочу бактериялардын саны

*Эскертүү:* Кен ишканасынын горизонтторун ырааттуу номерлөө - 1-330; 2-290; 3-250; 4-210; 5-170; 6-130; 7-90; 8-50; 9-10

Руданын денесин түзгөн тоо тектеринин ар кандай түрлөрүндө азот циклине катышкан бактериялардын физиологиялык топторунун анализи сүрөттө келтирилген. 3.2.1. Аммонификаторлор, 1-жана 2-фазадагы нитрификаторлор, денитрификаторлор жана азотту бекитүүчү микроорганизмдер эске алынган. Жалпысынан алганда, бактериялардын бул топтордун өкүлдөрүнүн саны 102–107 КОЕ/г. чейин өзгөрдү.

Аммонификациялоочу бактериялардын эң көп саны жогорку алевролит-кумдук калыңдыктагы кумдуктун сынамыктарында (3), кремнийлүү түзүлүштөрдө (6) жана бурчтук-чополуу аргиллитте (9) белгиленген жана 106 КОЕ/г. түзгөн. Терригендик-чөкмө тектерде (1) жана кызылов бырышуу зонасынын горизонтундагы рудаларда (4) аммонификаторлордун саны 105 КОЕ/г чейин жеткен. Калган изилденген сынамыктарда алардын саны 103 жана 104 КОЕ/г. Белгилүү болгондой, биринчи фазадагы нитрификаторлор аммонийди азот кислотасына чейин кычкылдандырууну (NH4+ →N02−) экинчи фазага – азот кислотасын азот кислотасына которууну (N0−→N0-) ишке ашырат. І-фаза нитрификаторлорунун максималдуу саны пробаларда байкалат № 3,6,7 - 106 КОЕ/г. Калган пробаларда алардын саны 102–104 КОЕ/г.чегинде өзгөргөн. № 1, 3, 4, 6, 7 калган үлгүлөрдөгү 105 КОЕ/г санында 103-104 КОЕ/г түзөт.

Белгилүү болгондой, биринчи фазадагы нитрификаторлор аммонийди азот кислотасына чейин кычкылдандырууну (NH4+ →N02−) экинчи фазага – азот кислотасын азот кислотасына которууну (N0−→N0−) ишке ашырат.

Риддер алтын кенинин изилденүүчү аянтынын сууларынын химиялык курамы жана сапаты төмөнкү маалыматтар менен мүнөздөлөт. Жаракалуу суулардын кургак калдыгы сыноо аянты жана тереңдиги боюнча 0,2–0,6 г/дм3, катуулугу – 2,1–5,3 мг-экв/дм3, рН 6,7-7,9 түзөт. Суунун химиялык курамы аниондор боюнча гидрокарбонат жана гидрокарбонат-сульфат жана катиондор боюнча кальций, кальций-натрий. Азот тобундагы заттардын (NO2, NO3, NH4) камтылышы ченемдик деңгээлден бир топ төмөн, перманганаттын кычкылдануусу О2 боюнча төмөн, Темирдин концентрациясы 0,25 мг/дм3 ашпайт. Микроэлементтер (Cu, Pb, Zn, As, F ) жол берилген чектен бир топ аз санда камтылган. Тион бактериялары *A.ferrooxidans* негизинен чөйрөнүн бир аз кислота реакциясы бар сууда кездешкен (рН 5,0-5,5). Эң көп *A.ferrooxidans* горизонттун шахталык сууларынын үлгүлөрүндө 170 белгиленген, саны 10-103 кл/мл суу чегинде, ошондой эле 210 жана 290 горизонттордун рудниктик сууларында 102 кл/мл сууга чейин болгон (сүрөт. 3). 90 жана 330 горизонт сууларында Тион бактериялары табылган жок, бул кен сууларынын нейтралдуу реакциясына жана кендердин абадагы кычкылтек менен кыска байланышына байланыштуу. *Т.thiooxidans* бактерияларынын жаратылышта таралышы бул бактериялар химоавтотрофтук өсүш үчүн колдонгон кыскарган күкүрт кошулмаларынын болушунан көз каранды. Жаратылыштагы күкүрттүн негизги массасы сульфат жана сульфид түрүндөгү металлдар менен байланышкан, анын бир бөлүгү жергиликтүү кендер түрүндө кездешет. Белгилүү болгондой, бул топтогу бактериялар пайдалуу кендердин, минералдардын жана тоо тектеринин жок болушуна же пайда болушуна, ошондой эле айрым элементтердин миграциясына алып келүүчү процесстерди жүргүзө алышат. Бул процесстерди изилдөө элементтердин циклинин теориялык түшүнүктөрү, ошондой эле тоо-кен иштери үчүн маанилүү. Токтоп турган суулардын санынын таралышынын экологиясын изилдөө жана аталган кендин тамчысы *Т.thiooxidans* бактериялык клетканын түрлөрүнүн өкүлдөрү начар кислоталуу суу чөйрөсүндө табылган (рН 5,0–5,5). Мындай чөйрөдө бактериялык клетканын саны 10-102 кл/мл чейин жеткен.рудалык дененин температурасы горизонттун тереңдигинин жогорулашы менен 12ден 6,5 ºС чейин төмөндөй тургандыгы, рН 5,5–7,5 ке чейин өзгөрөөрү аныкталган.

Ошентип, кен сууларында ар кандай горизонттордо тиондук бактериялардын болушу жана алардын жашоо-тиричилигинин экологиялык шарттарынын мүнөздөмөсү кен чыккан жерде Риддер-Соколдук тиондук бактериялар рудалык минералдардын кычкылдандыргычтары катары чыгат деп эсептөөгө негиз берет. Хемолитоавтотрофтук бактериялардын *A.ferrooxidans* жана *T.thiooxidans* – Кычкылдануу-калыбына келтирүү процесстеринин негизги көрсөткүчтөрүнүн бири катары молчулугу жана таралуу схемасы боюнча маалыматтарды талдоодо, бул бактериялардын өкүлдөрү кен сууларында сейрек жана аз санда кездешкен. Горизонттун тереңдигинин жогорулашы менен *A.ferrooxidans* саны кыйла азайган, ошол эле *T.thiooxidans* бөлүштүрүлүшү шахта сууларынын төмөнкү горизонтторунда күкүрттүн болушу менен аныкталган. Тион бактерияларынын таралуу диапазону чөйрөнүн алсыз кислота реакциясы менен да мүнөздөлөт.

**3.2 Риддер-Соколдук кен чыккан жерлердин микробоценоздорунун түзүмүнө жана санынын динамикасына антропогендик факторлордун таасирин салыштырмалуу баалоону изилдөө**

Бул бөлүмдүн максаты-курчап турган экосистемалардын ортосундагы мамилелерди жана сапрофиттик бактериялардын өнүгүү процессин изилдөө. Риддер-Соколь алтын кенинде сапрофиттик микроорганизмдердин тобу эң кеңири чагылдырылган. Мисалы, шахталык сууларда алардын саны 3,8 ден 108,4 миң кл/cм3 чейин, рудада 0 дөн 6,1 миң кл/cм3чейин өзгөрүп турат жана негизинен бактериялык клеткалар менен көрсөтүлгөн. Микроскопиялык козу карындар жана актиномицеттер көп кездешкен, бирок кыйла аз санда. Тион бактерияларынын жетишсиздигинен улам рудалардагы жана шахта сууларындагы геохимиялык процесстер гетеротрофтуу микроорганизмдердин жашоо-тиричилигинин эсебинен ишке ашырылат деген тыянак чыгарылган.

Бул кендерде жагымдуу шарттарда сульфид рудасын кычкылдандырууга жөндөмдүү болгон хемолитотрофтук бактериялардын ар кандай топтору бар. Конкреттүү шартка жараша, процессти ишке ашыруучу Тион бактерияларынын эки-үч тобу артыкчылыктуу өнүгүү укугуна ээ болушу мүмкүн. Ушуга байланыштуу биз кендердин рудасында болгон хемолитотрофтук бактериялардын кеңири спектрин изилдедик.

Темирдин молчулугу жана кычкылдануу активдүүлүгү *Aсidithiobacillus ferrooxidans, А.thiooxidans*, *Sulfolobus, Leptospirillum* и *Acidiplasma.*  бактериялары менен аныкталган. Бактерия клеткаларынын саны элективдүү чөйрөдө эске алынган.

**3.3 Большевик алтын-мышьяк кени чыккан аймактагы хемолитотрофтуу бактериялардын экологиясы**

***3.3.1 Большевик алтын кенинин рудасынын биоалкализациясына ар кандай физикалык-химиялык факторлордун таасири***

Бул иште алгачкы жолу «Большевик» кен чыккан аймагындагы жегич алтын-мышьяктуу кенди аныкталган оптималдуу параметрлеринде кайрадан иштетүү үчүн күкүрттүүкычкыл ажыратып алуунун комбинацияланган бактериалдык-химиялык технологиясы сунушталды. Изилдөөнүн жыйынтыгында алтынды эритмеден бөлүп алуу ажыроо чөйрөсүнүн (40оС) температурасынын жогорулашынан көз каранды эместиги аныкталды. Бактериянын ацидофилдүү культурасынын өсүү жана өнүгүүсү үчүн оптималдуу болгон температурасынын диапазону 20 дан 30оС чейин болушу жетиштүү. Алынган маалыматтар түрдүү температурада алтынды бөлүп алуу көрсөткүчүн жакшыртуу үчүн маанилүү жана жетиштүү болуп саналат.

Аталган изилдөөнүн максаты болуп алтынды бөлүп алуунун температурадан көз карандылыгын аныктоо жана биоажыроо үчүн кендин оптималдуусун тандоо эсептелет.

Экспериментти ишке ашыруу үчүн Большевик кен чыккан аймагынын тектери төмөнкү курамда г/т менен пайдаланылды: Au – 2,9; Fe – 3,4; Cu - 0,02; S – 1,2; As- 0,91. Изилдөөнүн объектилери *Acidithiobacillus ferrooxidans, Aсidithiobacillus acidocaldulans* жана *Acidiplasma sp.* культуралары болду. Процесстин узактыгы 24, 48 жана 72 саатты түздү. Алынган маалыматтар 3.5.-таблицада келтирилди.

3.5.- таблица – Большевик кен чыккан аймагынан алтынды бөлүп алууда температуранын таасири

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ажыратып алуунун узактыгы, саат | Au кендеги алгачкы курамы  , % | Тектин дандуулугу,  класс боюнча, мм | Температура  °С | Алтынды бөлүп алуу, % | | |
| №1 культуралык ассоциация менен | №2 культуралык ассоциация менен | Культуранын ассоциациясыз көзөмөлү |
| 24 | 2,9 | 0,074 | 20 | 85,0 | 94,5 | 12,9 |
| 30 | 78,0 | 92,4 | 27,8 |
| 40 | 25,0 | 14,2 | 54,7 |
| 48 | 2,9 | 0,074 | 20 | 86,0 | 94,6 | 13,3 |
| 30 | 78,0 | 94,6 | 27,9 |
| 40 | 31,2 | 22,5 | 63,2 |
| 72 | 2,9 | 0,74 | 20 | 88,4 | 94,9 | 15,6 |
| 30 | 78,1 | 94,8 | 31,4 |
| 40 | 39,1 | 27,6 | 66,6 |

Ошентип, Большевик алтын-мышьяктуу кен чыккан аймактын тектери көп түрдүү тектен жана зыяндуу минералдар менен шартталган татаал заттык курамдан турат. Иште берилген маалыматтарда көрсөтүлгөндөй, температуранын болжол менен 20-30оС жогорулашы алтынды биоажыратып алуу процессине оң таасир этет. Биохимиялык тиосульфаттык ажыратып алуу үчүн оптималдуу болуп 20-30°С саналат. Процесстин узактыгы 8-12 саатка чейин кыскаруусу мүмкүн.

**3.4 *Acidithiobacillus ferrooxidans* био-шаймаланышынан кийин Большевик алтын-мышьяк рудасынын рентгенофазалык касиеттерин изилдөө**

Рентген-фазалык анализдин жардамы менен шаймалоонун бактериялык-химиялык ыкмасынан кийин Большевик алтын-чычкан рудасын комплекстүү минералдык-геохимиялык изилдөө болгон.

Илимий иштин жаңылыгы турат тургандыгы менен колдонуу бактериялык-химиялык методун выщелачивания үлгүлөрүн биринчи жолу полуколичественным рентгенофазовым талдоо табылса, минералдар, встречающиеся үлгүлөрүндө золотосодержащих рудалардын кабыктар жылышып кетиши мүмкүн болгон катмарлардын кенин Большевик сыяктуу галлузит-10Å Al2Si2O5(OH)4·2H2O и иллит K0.75(H3O)0.25)Al2(Si3Al)O10 ((H2O)0.75(OH)0.25)2.

Изилдөөнүн объектиси катары салыштырмалуу чоң бүртүкчөлөр же алардын процесстери менен көрсөтүлгөн Большевик алтын-мышьяк кенинин рудасы колдонулган. Изилдөөгө даярданууда эксперимент учурунда рентген нурлары менен өз ара аракеттене турган минералдык индивиддердин мүмкүн болушунча көп санын алуу үчүн сыныктардын өлчөмү 20-40 мкмден ашпаган майда порошок абалына чейин майдаланган.

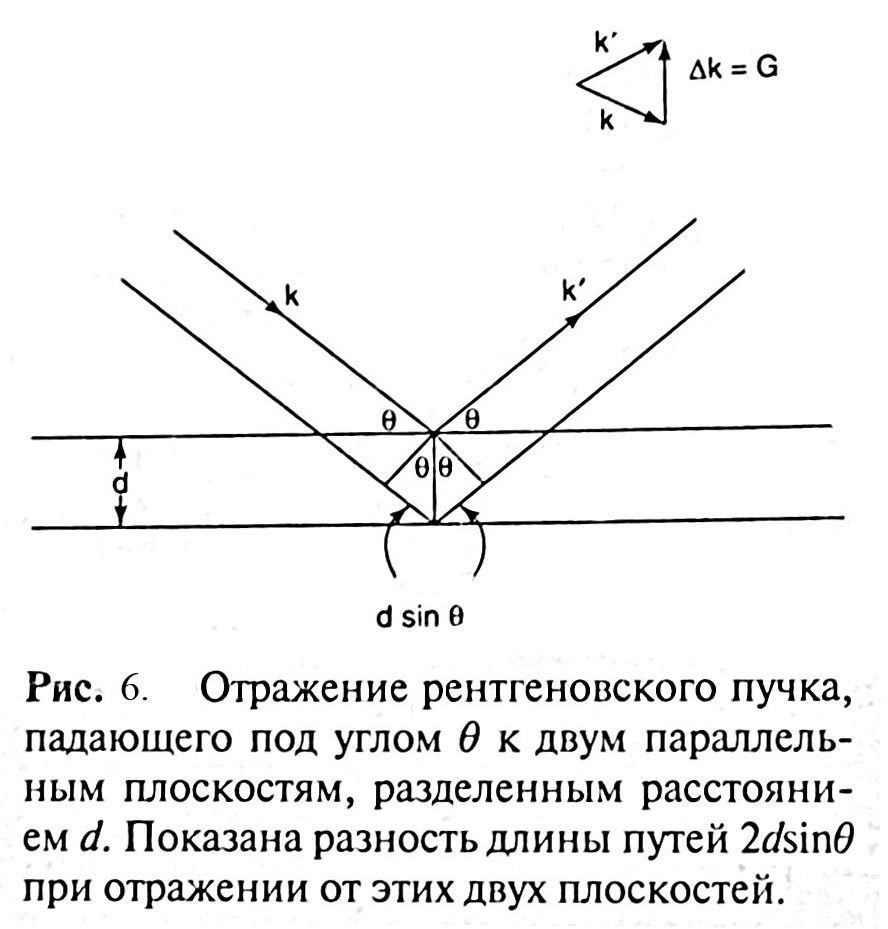
Рентгенодифрактометриялык анализдер автоматташтырылган Дрон-3 дифрактометринде *Cu*К*α* – нурлануусу менен, *β*-фильтрде жүргүзүлдү. Дифрактограммаларды тартуунун шарттары: *U*=35 кВ; *I*=20 мА; шкаласы: 2000 имп.; убакыт константасы 2 с; съемка θ-2θ;; детектор 2 град/мүн.

Жарым сандык негизде рентгенофазалык талдоо порошок пробаларынын дифрактограммалары боюнча бирдей асма жана жасалма аралашмалардын методун колдонуу менен аткарылган. Кристаллдык фазалардын сандык мамилелери аныкталды. Дифрактограммаларды чечмелөө ICDD: картотекасынын маалыматтарын пайдалануу менен жүргүзүлдү: порошоктук дифрактометриялык маалыматтардын PDF2 (Powder Diffraction File) базасы жана минералдардын аралашмаларынан таза Дифрактограммалар. Негизги фазалар үчүн мазмунун эсептөө жүргүзүлдү. Мүмкүн болгон аралашмалар, анча-мынча камтылгандыктан жана 1-2 дифракциялык рефлекстердин болушунан же начар кристаллдашуудан улам идентификациялоо так болушу мүмкүн эмес.

Мүнөздүү нурланууну колдонушат, анын толкун узундугу минералдардын кристаллдык торунун жалпак торлорунун ортосундагы аралыкка жараша болот. Параллель рентген нурлары минералдык индивид аркылуу өткөндө (сүрөт.3.4.1) электромагниттик толкундардын дифракция кубулушу орун алат: заттын кристаллдык торунун жанаша параллелдүү торчолору чагылдырган рентген нурлары кийлигишет. Интерференция нурлары бири-бирин күчөтүп же басаңдатышы мүмкүн. Бул учурда дифракция деп белгилүү бир түшүү бурчтарында жана толкун узундуктарында диффузордун мезгилдүү торунда толкундардын күчтүү чачыроо кубулушу түшүнүлөт.

*2d ⋅ sinθ = nλ*

мында *d* – коңшу кристоллографиялык тегиздиктердин ортосундагы аралык, м; *θ -*  дифракция байкалган бурч, мөндүр.; *n -* дифракциянын тартиби; λ – кристаллга түшкөн монохроматтык рентген нурларынын толкун узундугу, м.



3.4.1-сүрөт. Кристаллдык заттын атомдук тегиздигиндеги рентген нурларынын дифракциясы

Рентген-фазалык анализде колдонулган рентген нурларынын чачырандылыгында, мында диффузор катары фазалык кристалл тору иштейт. Бул учурда, интенсивдүү чачыроо чокулары Вулф-Браггдын шарттары аткарылганда байкалат.

Изилденип жаткан руданын үлгүлөрүнүн химиялык анализинин натыйжасында кварцтын көп болушу; глиноземдин, калий жана магний оксиддеринин көп болушу, бул дагы слюдалуу минералдардын же чопо компоненттеринин бар экендигин көрсөтөт.

Алтындын курамы кычкылданган рудаларда жетишерлик жогору, ал эми сульфиддүү рудаларда анын аздыгы, мурда жүргүзүлгөн анализдердин жыйынтыктарына дал келбегендиктен, анын рудаларда таралышынын бирдей эмес экенин көрсөтүп турат. Изилденүүчү руданын физикалык-механикалык касиеттерин изилдөөдө анын туруктуулугун күбөлөндүрүүчү касиеттер табылган. Бул "-0,044 мм" фракциясынын жогорку мазмуну, демек, ылай бөлүкчөлөрү, чыпкалоо коэффициенти төмөн.

**3.5 *A.ferrooxidans* TFV жана TFBK бактерияларынын культурасына абиотикалык факторлордун тийгизген таасирин изилдөө**

***3.5.1* *A.ferrooxidans TFV жана TFBK бактериялардын эки валенттүү темирдин кычкылдануусуна температуранын таасири***

*A.ferrooxidans* облигаттуу автотроф болгондуктан, энергиянын жалгыз бир булагы катары эки валенттүү темирди пайдалана алат. Тажрыйба жүргүзүүдө чөйрөгө болжол менен ар бир штаммдын 107кл/мл инокуляцияланды.

3.5.1-сүрөттө NaCl концентрациясынын изилденип жаткан *A.ferrooxidans* штаммына күкүрттүн кычкылдануусуна тийгизген таасири көрсөтүлдү. Келтирилген маалыматтар жогорку концентрацияда (10,0-20,0 г/л) күкүрттүн кычкылдануусун эки штамм менен бирге ингибациялайт.

|  |  |
| --- | --- |
| F:\ОТЧЕТ 2015\статья 2015 мос\рис 4 a.png | F:\ОТЧЕТ 2015\статья 2015 мос\рис 4 б.png |

|  |  |
| --- | --- |
| F:\ОТЧЕТ 2015\статья 2015 мос\рис 4 в.png | F:\ОТЧЕТ 2015\статья 2015 мос\рис 4 г.png |

3.5.1-сүрөт. NaCl түрдүү концентрациясында элементтүү күкүрттүн *A.ferrooxidans* TFV жана TFBK менен кычкылдануусу

Эскертүү: а–TFV штаммы менен күкүрттүн кычкылдануу процессиндеги рН чөйрөнүн өзгөрүүсү; б–TFBK штаммы менен күкүрттүн кычкылдануу процессиндеги рН чөйрөнүн өзгөрүүсү; в–TFV штаммы менен күкүрттүн кычкылдануу процессиндеги сульфаттын чөйрөдө өзгөрүүсү; г–TFBK штаммы менен күкүрттүн кычкылдануу процессиндеги сульфаттын чөйрөдө өзгөрүүсү

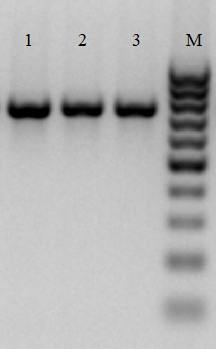
Ошентип, күкүрттү штамм менен кычкылдандырууда эки валенттүү темирге караганда натрийдин хлориди менен азыраак өлчөмдө жүргүзүлөөрү аныкталды. Бул мурда алынган маалыматка, темирди хлорид менен *A.ferrooxidans* штамм менен кычкылдандыруу күкүрттү кычкылдандырууга караганда төмөнкү концентрацияда ишке ашаары тууралуу маалыматка дал келет. Жалпысынан, алынган маалыматтарда көрсөтүлгөндөй, изилденген штаммдар NaCl туруктуу келет, ага салыштырмалуу мурда изилденген түрдүн өкүлдөрү мисалы *A.ferrooxidans* DSM 14882T 3,5 г/л NaCl ингибацияланган жана 7 г/л NaCl концентрацияда туруштук бере алган эмес. Иште көрсөтүлгөндөй, *Acidithiobacillu* түрүндөгү штаммдар филогенетикалык жакындыгына карабастан ЭТЦ компоненттери боюнча айырмаланып турат.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн жыйынтыгын талдоо жана аны башка изилдөөчүлөрдүн жыйынтыгы менен салыштырууда *A.ferrooxidans* түрүнүн кенири диапазондогу шартка туруктуулугун далилдей алды.

Секвенирлөө Сэнгер методу боюнча «Evrogen» маркасынын фирмалык жабдыгында жүргүзүлдү. *16S рРНК* генин секвенирлөө жардамы менен микроорганизмдердин филогенетикалык абалын тандоо. Секвенирлөө Сэнгер методу боюнча«Evrogen» маркасынын фирмалык жабдыгында жүргүзүлдү. 16S рРНК гендеринин нуклеотиддик ырааттуулугунун алынган окшоштуктарынын алгачкы талдоосун BLAST серверинин жардамы менен жүргүзүштү. Ырааттуулуктарды калыпка келтирүү жана изилденип жаткан бактериялардын филогенетикалык дарагын түзүү MEGA 6программасынын пакетинин жардамы менен ишке ашырылды.

Ажыратып алынгандан кийинки кендин, эритмелердин жана кектердин химиялык курамы ТОО «КАЗАТОМПРОМ-СОРБЕНТ» ион алмашуу материалдарынын сыноо химия-технологиялык лабораториясында аныкталды. Рентгендик-фазалык анализ D8 Advance (BRUKER) дифрактометринде, нурлануу *а*-Cu жүргүзүлдү.

16S rRNA гендин фрагментинин амплификациясы. ПЧР реакциясы универсалдуу праймерлер менен 8f 5’ – AgAgTTTgATCCTggCTCAg-3 жана 806R- 5’ ggACTACCAgggTATCTAAT жалпы көлөмү 30 мкл. ПЧР аралашмасы 25 нг. ДНК, 1Ед. Maxima Hot Start Taq DNA Polymerase (Fermentas), 0,2 mM ар биринин дНТФ, 1-х ПЧР буфер (Fermentas), 2,5 mM MgCl2, 10 п моль ар бир праймердин түздү. ПЦР амплификация программасы 5 мүнөттүк убакытта узак денатурацияны 95°С түздү; 30 цикл: 95°С – 30 секунд, 55°С- 40 секунд, 72°С – 50 секунд; жыйынтыктоочу элонгация 72°С 10 мүнөт, ПЧР программа GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems) амплификаторун пайдалануу менен жүргүзүлдү. ПЧР амплификациянын жыйынтыгы 3.4.2-сүрөттө көрсөтүлдү.



3.5.2-сүрөт. 16S rRNA гендин ДНК фрагментинин амплификациясынын ПЧР продуктуларынын электрофореграммасы.

3.4.2-сүрөттө көрсөтүлгөндөй бардык 12 үлгүдө молекулярдык массасы болжол менен 800 п.н. болгон спецификалык фрагменттер амплификацияланган. ПЧР продуктуларды байланышпаган праймерлерден тазалоо ExonucleaseI (Fermentas) методун пайдалануу менен жана жегич фосфатазаны ([Shrimp Alkaline Phosphatase](http://www.fermentas.com/catalog/modifyingenzymes/shrimpalcphosph.htm), Fermentas) жүргүзүлдү.

***3.5.2* *Aсidithiobacillus ferrooxidans ассоциациялык культуралардын демэкологиясы жана бактериялардан эффективдүү культураларды алуу жолдору***

Бактериялардын изилденген группалардын саны жана активдүүлүгү боюнча маалыматтарды талдоо менен изилденген кен чыккан аймакта кычкылдануу-калыбына келтирүү процессинин негизги козгогучтарынын ишмердүүлүгү анча чон эместиги аныкталды. *Leptospirillum* жана *Sulfolobu*s группасынын хемолитотрофтуу бактериялардын изилденген аймактарда көп санда экендигин эске алуу менен лаборатордук ассоциативдик культурасы хемолитотрофтуу бактериялардын эки түрү менен гана чектеле алды. Эки же бир нече бактериялардын түрүн бирдикте өстүрүү мүмкүн болбогондуктан өндүрүштүк шартта популяцинын көлөмүн чонойтууну алда канча кыскартууга алып келет. Негизги алтын камтыган минералдарды пирит жана арсенопиритти талкалоо процессинин интенсификациялоо үчүн жогоруда аталган минералдарды талкалоо боюнча хемолитотрофтуу бактериялардын ишмердүүлүгүн интенсификациялоо зарыл. Бул максат үчүн төмөндөгүдөй иш чаралар жүргүзүлгөн:

1. – *Aсidithiobacillus ferrooxidans* негизги темирди кычкылдандыргычты 9К Сильверман жана Лундгрен чөйрөсүндө тазалоо;

2 – *Aсidithiobacillus ferrooxidans* лаборатордук культурасын чөйрөдө эки валенттүү темирдин жогорку курамдуулугуна адаптациялоо (25,0-35,0 г/л);

3 – *Acidiplasma sp* энергиялык темирдин кычкылдандыргычына *Aсidithiobacillus ferrooxidans* себүү*;*

4 – бирдиктүү культивациялоо режимине ассоциативдүү культурага адаптациялоо.

Бактериялардын ассоциативдүү популяцияны алуунун иштелип чыккан схемасын пайдалануу менен төмөндөгү жыйынтыкка жетүүгө болот:

- 9К чөйрөсүндө *A.ferrooxidans* хемолитотрофтуу бактерияларды ирээти менен себүү процессинде бөлүнгөн 14 штаммдын бардыгы тазаланган, натыйжада алардын саны 106 кл/мл чейин өскөн, ал эми активдүүлүгү культивациялоонун үч суткасында 5,0-6,0 г/л Fe3+ түзгөн;

- темирдин жогору болушуна болгон эки жумалык адаптациядан кийин бактериялардын 9К чөйрөсүндө саны 107кл/мл чейин өскөн, активдүүлүгү культивациялоонун үч суткасында 7,0-9,0 г/л Fe3+, жакшы көрсөткүчтөр Бестобе кен чыккан аймагынан бөлүнүп алынган TFV жана TFBK штаммдарында болгон;

- *A.ferrooxidans* активдештирилген TFV жана TFBK штаммдарына *Acidiplasma sp* хемолитотрофтуу бактенрияларын себишкен. Алгач ассоциацияланган культураларды стерилдүү 9К чөйрөсүндө 0,02% ачыткыч экстракты кошуу менен 28-30 °С культивациялоо жүргүзүлдү;

- кийинки 20 сутканын ичинде хемолитотрофтуу бактериялардын аралаш популяциясын культивациялоо ар бир үч сутка сайын себүүнүн натыйжасында туруктуу ассоциативдүү культура алынды, ал бир сутканын ичинде в течение последующих 20 суток культивирования смешанной популяции хемолитотрофных бактерий с регулярным пересевом через каждые трое суток была получена устойчивая ассоциативная культура, 1010кл/мл чейин топтой алат жана эки валенттүү темир кычкылдыгы активдүүлүгү 10,0-12,0 г/л чейин болот. Культуранын температуралык оптимуму 40°С чейин жогорулатылган.

Ошентип, Казакстандын белгилүү бир кен чыккан аймактарында ассоциативдүү культураларды алуунун жолдору иштелип чыкты жана *Aсidithiobacillus ferrooxidans* жана *Acidiplasma sp*. туруктуу термофилдүү популяция алынган, өсүүнүн жогорку ылдамдыгы жана темирдин эки валенттүү кычкылдануусу менен мүнөздөлөт.

**КОРУТУНДУ**

1. 9К чөйрөсүндө *A.ferrooxidans* хемолитрофтуу бактериялардын кезектешип себүү процессинде Asidithiobacillus *ferrooxidans* кездешүүсү аныкталды. 9К чөйрөсүндө *A.ferrooxidans* хемолитотрофтуу бактерияларды ирээти менен себүү процессинде бөлүнгөн 14 штаммдын бардыгы тазаланган, натыйжада алардын саны 106 кл/мл чейин өскөн, ал эми активдүүлүгү культивациялоонун үч суткасында 5,0-6,0 г/л Fe3+ түзгөн. темирдин жогору болушуна болгон эки жумалык адаптациядан кийин бактериялардын 9К чөйрөсүндө саны 107кл/мл чейин өскөн, активдүүлүгү культивациялоонун үч суткасында 7,0-9,0 г/л Fe3+, жакшы көрсөткүчтөр Бестобе кен чыккан аймагынан бөлүнүп алынган TFV жана TFBK штаммдарында болгон. *A.ferrooxidans* активдештирилген TFV жана TFBK штаммдарына *Acidiplasma sp* хемолитотрофтуу бактенрияларын себишкен.

2. Большевик алтын-мышьяктуу кен чыккан аймактын тектери көп түрдүү тектен жана зыяндуу минералдар менен шартталган татаал заттык курамдан турат. Иште берилген маалыматтарда көрсөтүлгөндөй, температуранын болжол менен 20-30оС жогорулашы алтынды биоажыратып алуу процессине оң таасир этет. Биохимиялык тиосульфаттык ажыратып алуу үчүн оптималдуу болуп 20-30°С саналат. Процесстин узактыгы 8-12 саатка чейин кыскаруусу мүмкүн.

3. Казакстандын белгилүү бир кен чыккан аймактарында ассоциативдүү культураларды алуунун жолдору иштелип чыкты жана *Aсidithiobacillus ferrooxidans* жана *Acidiplasma sp*. туруктуу термофилдүү популяция алынган, өсүүнүн жогорку ылдамдыгы жана темирдин эки валенттүү кычкылдануусу менен мүнөздөлөт. Эксперименттин жыйынтыгы боюнча эритмедеги *Acid.ferrooxidans* концентрациясы 109 кл/мл болду, ал 1000 эсе алгачкы курамын жогорулатты.

4. *A.plasma* активдештирүү сульфиддик тектердин биокычкылдануу процессинде негизги фигура болуп саналат, *Acidithiobacillus* түрщндөгү бактериялардын активизациясы менен байланыштуу. Алтынды биохимиялык ажыратып алуу технологиясы үчүн пульпанын 33,3% тыгыздуулугу 0,074 мм талкалоо классында оптималдуу болуп саналат.

5. Алынган жыйынтыктар Чыгыш Казакстандын кендеринин рудаларын кайра иштетүүдө кендерди биологиялык эритүү жана андан кийин асыл металлдарды эритүү үчүн кенде түздөн-түз бөлүнүп алынган хемолитотрофтук бактериялардын ассоциацияларын колдонуунун перспективасын көрсөтүп турат.экологиялык чөйрө.

**ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР**

Диссертациялык иштин материалдары И.Жансугуров атындагы Жетысу мамлекеттик университетинин табигый-техникалык факультетиндеги химия жана биология кафедрасынын лекциялык жана лабораторудук-практикалык сабактарында окуу процессине киргизилген жана колдонулат.

**ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ:**

1. Выявление наиболее оптимальной степени измельчения руды для эффективного извлечения золота микробиологическим методом [Текст] / М.О. Бекебаева, А. Канаев, К. Баймырзаев [и др.] // Вестн. Каз. нац. ун-та.Сер. экологическая. – 2017. – №2 (51). – С. 103-113.
2. Бекебаева, М.О. Эффективное использование микробиологического метода очистки экологической системы Казахстана [Текст] / М.О. Бекебаева, А. Канаев // Материалы І Междунар. науч.-практ. конф. «Агропромышленный комплекс и сельскохозяйственные науки», Шымкент, 17-18 нояб., 2017 г. – Шимкент, 2017. – С. 137-140.
3. Бекебаева, М.О. Особенности химического состава руд месторождения Риддер-Сокольное [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев // «Актуальные проблемы биотехнологии, экологии и физико-химической биологии» в рамках ІV Международных Фарабиевских чтений, Алматы, 6-7 апр., 2017 г. – Алматы, 2017. – С. 111-113.
4. Бекебаева, М.О. Микробиологическая оценка золотоносного месторождения Риддер-Сокольное [Текст] / М.О. Бекебаева // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Ауэзовские чтения – 16: «Четвертая промышленная революция: новые возможности модернизации Казахстана в области науки, образования и культуры». – Шымкент, 2018 . – С. 186-189.
5. Аккумуляция тяжелых металлов эндемичными растениями хребта Каратау [Текст] / М.О. Бекебаева, К.М. Баймырзаев, А.Т. Канаев [и др.] // Изв. Нац. АН Кырг.Респ. – 2018. – № 5: Материалы Междунар. науч. конф. «Инновационная наука на пороге ХХI века», посвящ. 75-летию основания Хим. ин-та. – С. 89-95.
6. Антропогенная трансформация растительности в зоне влияния промышленных объектов г. Кентау [Текст] / М.О. Бекебаева, К.М. Баймырзаев, А.Т. Канаев, З.К. Канаева // Изв. Нац. АН Кырг.Респ. – 2018. – № 5: Материалы Междунар. науч. конф. «Инновационная наука на пороге ХХI века», посвящ. 75-летию основания Хим. ин-та. – С. 228-234.
7. Bekebayeva, M.O. State of surface of the ash dump and formed phytocenosis of CHP-2 [Text] / М.О. Bekebayeva, М.Е.Aitzhanova // Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы биотехнологии, экологии и физико-химической биологии» в рамках ІV Междунар. Фарабиев. чтений. Алматы, 6-7 апр. 2017 г.– Алматы, 2017. – С. 107-108.
8. Спектры экотопов, обуславливающие биотоп и формирующие растительные сообщества на золоотвале Алматинского ТЭЦ-3 [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев, К.М. Баймырзаев [и др.] // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы южного Урала». Сибай 24-26 мая, 2017 г. – Сибай, 2017. – С. 99-104.
9. Оценка состояния растительных сообществ в хвостах отвалов ТЭЦ-2 г.Алматы [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев, М. Айтжанова [и др.] // Междунар. журн. прикл. и фундам. исслед. – 2016. – №4, ч. 4.– С. 727-731.
10. Bekebayeva M.O., Kanaev A.T., Tokseyt D.E. Assessment of the state of the dominant vegetation species of anthropogenic disturbed areas of the southern slope of the Karatau ridge [Текст] // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 1. – С. 38-43.
11. Бекебаева, М.О. Влияние антропогенных факторов на состав и структуру растительных сообществ [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев // Вестн. соврем. исслед. (Омск). – 2019. – № 2/12 (29). – С. 7-13.
12. Бекебаева, М.О. Влияние оптимальных параметров температуры и размера частиц на процесс биовыщелачивания золота из золото-мышьяковистой руды месторождения «Большевик» [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев, А.С. Спабекова, К.М. Токпаев // Евразийское Научное Объединение (Москва). – 2021. – № 5-2 (75). – С. 71-75.
13. Бекебаева, М.О. Определение численности микроорганизмов в золотоносных месторождениях Казахстана [Текст] / М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев // Евразийское Научное Объединение (Москва). – 2021. – № 5-2 (75). – С. 76-77.
14. Дженбаев Б.М. Изучение микробоценозов золотоносных месторождений Риддер-Сокольное и Большевик и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом [Текст] / Дженбаев Б.М., М.О. Бекебаева, А.Т. Канаев // The scientific heritage (Будапешт). – 2024. – № 133 (133) (2024) – С. 40-48.

**Бекебаева Мадина Омирхановнанын «Казахстандын алтын кени бар аймактарынын микробоценоздору жана микробиологиялык ыкма менен кендерди эритүү аркылуу бөлүп алуу технологиясынын натыйжалуулугун жогорулатуу» деген темада 03.02.08 – экология жана 03.02.03 – микробиология адистигтери боюнча биология илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын кыскача**

**КОРУТУНДУСУ**

**Негизги сөздөр:** хемолитотрофтук микроорганизмдер, топтоочу культуралар, идентификация, ассоциативдик культуралар, биологиялык эритүү менен кендерден бөлүп алуу.

**Изилдөөнүн объектилери:** Казахстандын: Риддер-Соколь, Большевик кен аймагындагы хемолитотрофтук микроорганизмдердин жергиликтүү штаммдары.

**Изилдөөнүн предмети:** Чыгыш Казакстан кенинде жашаган хемолитотрофтуу микроорганизмдердин штаммдарынын экологиялык өзгөчөлүктөрү.

**Изилдөөнүн максаты:** Чыгыш Казакстандын техногендик экосистемаларында микробиоценоздордун түзүмүнө жана санынын динамикасына антропогендик факторлордун таасирин баалоо жана кендерди микробиологиялык ыкма менен шакардоо технологиясынын натыйжалуулугун жогорулатуу.

**Изилдөөнүн ыкмалары:** жалпы кабыл алынган микробиологиялык жана экологиялык.

**Изилдөөнүн натыйжасы жана жаңылыгы:** биринчи жолу Казахстандын алтын-кен, техногендик аймактарындагы шахта сууларынын жана кендердин микробоценоздорунун курамы жана саны жөнүндө маалыматтар алынды. Тиондук бактериялардын санынын мезгилдик жана техногендик өсүү баскычынан көз карандылыгы көрсөтүлгөн. Хемолитотрофтук бактерияларды пайдалануу аркылуу, жана андан кийинки тиосульфаттык эритүү үчүн тиондук бактериялардын жардамында алтынды бөлүп алуу процессин күчөтүүнүн шарттары аныкталды. Алтынды максималдуу ажыратып алууну камсыздоо үчүн кендерди тиондук бактерияларды пайдаланып, биологиялык эритип бөлүп алуунун оптималдуу шарттары аныкталды. Темир-кычкылдандыруучу бактериялардын өсүүсүнө жана өрчүүсүнө түрдүү концентрациядагы химиялык бирикмелердин таасири такталды. Алтын кармаган кендердин микробоценоздорун изилдөөнүн жана алтынды бактериалдык бөлүп алуу реакцияларынын кинетикалык параметрлеринин натыйжаларынын негизинде кендердин бактериалдык-химиялык табуу процесстеринин жүрүү механизмдери такталды.

**Колдонууга сунуштар:** алынган материалдар, хемолитотрофтук бактериялардын өндүрүштүк баалуу ассоциативдик культуралары Казахстандын аймактарында кендерди бөлүп алуу үчүн ийгиликтүү колдонуусу ыктымал.

**Колдонуу тармагы:** алтын алуучу өнөр жайларда биологиялык эритүү аркылуу ажыратып алуу.

**РЕЗЮМЕ**

**диссертации Бекебаевой Мадины Омирхановны на тему: «Микробоценозы золотоносных месторождений Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 03.02.08 – экология и 03.02.03 - микробиология**

**Ключевые слова:** хемолитотрофные микроорганизмы, накопительные культуры, идентификация, ассоциативные культуры, биовыщелачивание.

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

**Предмет исследования:** экологическиеособенности аборигенных штаммов хемолитотрофных микроорганизмов месторождении Восточного Казахстана.

**Цель исследования:** оценка влияния антропогенных факторов на структуру и динамику численности микробоценозов в техногенных экосистемах Восточного Казахстана и повышение эффективности технологии выщелачивания руд микробиологическим методом.

**Методы исследования:** общепринятые микробиологические и экологические.

**Полученные результаты и их новизна:** 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 условия биовыщелачивания золотоносных руд с помощью тионовых бактерий, обеспечивающих максимальное извлечение золота. Установлено влияние различных концентраций химических соединений на рост и развитие железоокисляющих бактерий. Определены условия активизации процессов выщелачивания бедных золото-мышьяковых концентратов. На основе результатов исследования микробоценоза золотосодержащих руд, кинетических параметров реакций бактериального извлечения золота из бедных, золотосодержащих руд установлен механизм протекания процессов бактериально-химического вскрытия руд.

**Рекомендации по использованию:** полученные материалы, производственно-ценные ассоциативные культуры хемолитотрофных бактерий, которые могут быть с успехом использованы для выщелачивания руды на месторождениях Казахстана.

**Область применения:** биовыщелачивание в золото добывающей промышленности.

**ABSTRACT**

**оf inaugural dissertation for Candidate of Sciences {Biology} in specialty 03.02.08 – Ecology and 03.02.03 – Microbiology written by Ms. Madina Bekebayeva Omirkhanovna with following topic: «Microbiocenoses of gold-bearing deposits of Kazakhstan and increasing the efficiency of leaching technology of ores by microbiological method»**

**Key words:** сhemolithotrophic microorganisms, accumulative cultures, identification, associative cultures, bioleaching.

**Objects of the research:** aboriginal strains of chemolithotrophic microorganisms, common in the ore body of the Kazakhstan deposit: Ridder-Sokolnoe, Bolshevik.

**Subject of the research:** ecological features of native strains of chemolithotrophic microorganisms in the deposit of East Kazakhstan.

**Objective of the research:** assessment of the influence of anthropogenic factors on the structure and dynamics of the number of microbiocenoses in man-made ecosystems of East Kazakhstan and improving the efficiency of ore leaching technology by microbiological method.

**Methods of the research:** conventional microbiological and environmental.

**Outcomes and their novelty:** for the first time, data were obtained on the number and composition of microbiocenoses of ores and mine waters of the gold-bearing, technogenic deposits of Kazakhstan. The dependence of the number of thionic bacteria on seasonal and technogenic stages is shown. The conditions for the intensification of the gold extraction process using chemolithotrophic bacteria for the subsequent thiosulfate leaching using thionic bacteria were determined. Optimal conditions for bioleaching of gold-bearing ores using thionic bacteria, ensuring maximum gold recovery, are determined.The influence of various concentrations of chemical compounds on the growth and development of iron-oxidizing bacteria has been established. The conditions for the activation of leaching processes of poor gold-arsenic concentrates are determined. Based on the results of the study of the microbiocenosis of gold-bearing ores, the kinetic parameters of the reactions of bacterial gold extraction from poor gold-bearing ores, the mechanism of the processes of bacterial-chemical opening of ores has been established.

**Recommendation for implementation:** obtained materials, production-valuable associative cultures of chemolithotrophic bacteria, which can be successfully used for leaching ore at the deposits of Kazakhstan.

**Area of implementation:** bioleaching in the gold industry.