

БАҒАЛЫ ЖӘНЕ СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН ЖЕР МЕТАЛДАРДЫ БИОСІЛТІСІЗДЕНДІРУ АРҚЫЛЫ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ

А.Ө. Исаева, А.А. Отарбекова, Б.Ә. Әкімбаев

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент қ.

Қазіргі замандағы кен өндірісіндегі басты мәселелерге бағалы және сирек кездесетін жер металдарды бөліп алудың тиімділігін арттыру саналады. Осыған орай, биотехнологиялық әдістердің маңызы артуда. Бағалы және сирек кездесетін металдарды алу технологиясында осыған дейін пиротехнологиялық әдістер қолданылып келді. Бірақ, бір ғасыр бойы қолданыста болған бұл дәстүрлі әдістердің қоршаған ортаға және адамзат өміріне елеулі қауіп-қатер туғызуы үлкен экологиялық мәселеге айналды. Сонымен қатар, өндірістің экономикалық тиімділігі айтарлықтай төмендеп, көптеген техногенді ластанған аймақтардың пайда болуына себеп болды. Техника мен ғылымның қарқынды дамуына орай, сілтісіздендіру технологиясында қалдықтардан және пайдалы кен қазбаларынан металдарды бөліп алуда геотехнология саласына көп көңіл аударылуда. Әсіресе, гидрометаллургиялық әдістердің шоғырлы және жер асты химиялық сілтісіздендіру тәсілдері жетік қолданылуда. Мысалы, АҚШ, Испания, Чили, Чехословакия, Мексика сияқты дамыған елдерде уран, мыс, алтын және күміс т.б металдар осы тәсілдерді пайдалану арқылы алынуда.

Көптеген ғылыми еңбектерді сараптасак мырыш, молибден, вольфрам, калайы, мышьяк, висмут және басқа да металдарды осы жолмен сілтісіздендіру технологиялары патенттелген [1]. Біздің елімізде өндірістік көлемде тек уран ғана алынып келеді, ал мыс, алтын және күміс тек тәжірибелік-өндірістік құрылғылардағы көлемде ғана алынуда. Бірақ, геотехнологияда шоғырлы және үйінділі сілтісіздендіру әдістерін қолданудың тиімді жақтарымен қатар экономикалық және экологиялық тиімсіз тұстары да байқалды. Тиімділігі ретінде адамдардың жер астындағы қауіпті еңбектеріне жол берілмейтінін, қоршаған ортаға газ бен шаң тозаңдарының зиянды қалдықтары таралмайтынын айтуға болады. Бұл технологияның кемшілігі, кен өндіру үрдісінде өндірістік ерітінділер жер асты су желісіне еніп, қоршаған ортаға қауіп тудырады.

Бағалы металдарды кен құрамынан бөліп алу технологиясында соңғы кездері әлемдік өндірісте кеңінен қолданыс тауып келе жатқан және экологиялық тұрғыдан таза әдістердің бірі – биологиялық сілтісіздендіру болып саналады. Бұл әдіс қазіргі заманда көптеген елдерде жетік пайдаланылуда. Мысалы, Канада, Австралия, Иран, Ресей және Өзбекстанда алтын, темір, рений, молибден, мыс сияқты элементтерді бөліп алу үрдісі биотехнологиялық тәсілге негізделген. Дегенмен, қазіргі замандағы өндірілетін метал көлемінде биологиялық тәсілдің үлесі әлі де болса айтарлықтай жоғары емес. Бұл әдістің тиімділігі мен ұтымдылығы құрамында пайдалы элементтері аз кен орындарындағы байлықтарды оңай алуға және де қоршаған ортаға зиян келтірмей, көп шығын шығармауға мүмкіншілік беруінде [2].

Қазақстан кара және түсті металлургия қоры бойынша әлемде алда келе жатқан мемлекетінің бірі. Мысалы, мыс қоры (38 %) жағынан әлемде 5-орында тұрса, ал алтын қоры (39 %) бойынша 8-орынды иемденеді [3]. Бірақ, осындай жер қойнауы кен байлықтарына толы мемлекетімізде бағалы және сирек кездесетін металдарды алудың алдыңғы технологиялары әлі меңгерілмеген. Биосілтісіздендіру үрдісінің ерекшеліктері мен биохимиясы көптеген ғалымдардың зерттеу жұмыстарынан белгілі. Еліміздегі М.К.Камалов, А.Н.Илялетдинов және т.б. биосілтісіздендіру әдісімен айналысатын ғалымдардың ғылыми еңбектерінің айтарлықтай мәні бар және ол биосілтісіздендіру үрдісінің негізі болып саналады [4]. Бірақ, бұл тиімді тәсілді барлық элементтерді өндіруде кеңінен және ұтымды пайдаланып жатқан жоқ. Биосілтісіздендіру тәсілін қолдана отырып кен құрамынан металдарды бөліп алуда қол жеткен жұмыстар әлсіз. Қазіргі уақытта сирек кездесетін рений, молибден, мыс, осмий әлемдік деңгейде үлкен сұраныстағы металдар. Бұқаралық ақпарат беттерінде «Рений – ХХІ ғасыр металы» деп аталып жүрген металдың бағамы жоғары болып саналады. Ғылыми әдебиет

көздеріндегі зерттеу нәтижелерінде келтірілгендей молибдениттің құрамында 0,1 - 0,0001% рений болады. Мысалы, Чили кендеріндегі молибдениттің құрамында 0,025 % рений кездеседі. Осы металдың әлемдік деңгейдегі өндірісі 20,57 т (58%) мөлшерді құрайды. Өзбекстанда Навои кен орындарынан 500-1000 кг жылына рений алынады екен. Ал, Қазақстандағы Жезқазған тау-кен металлургиялық комбинаты жылына 8,5 т рений өндіреді [5]. Бұл әлем деңгейіндегі көрсеткіш болып саналады. Сондай сирек кездесетін және өндірістік маңызы зор металдардың бірі – молибден. Молибденнің жер бетіндегі массасы $1,1 \cdot 10^{-4}$ %-ді құрайды. Оның 20 минералдық түрі белгілі, соның ішінде өнеркісіптік маңызы бары: молибденит, повеллит, молибдит, вульфенит минералдары. Қазіргі пайдаланыстағы кендер құрамында молибденнің үлесі 0,07 -0,4 %, сирек жағдайда 1% -дан аспайды [6].

Металдарды биологиялық жолмен алу технологиясының өндірісте қолданылу мүмкіншіліктерін арттыру заманауи талаптардың бірі. Бағалы металдарды биосілтісіздендіру арқылы алу үрдісінде тион бактерияларының маңызы жоғары. Әсіресе темір тотықтырушы *Thiobacillus ferrooxidans*, *Th. thiooxidans* бактерияларының алатын орны үлкен. Бұл бактериялар тіршілігі үшін рН деңгейі 1,5 -4 аралығы, температура 28-29 С° ең қолайлы орта болып саналады. Кейбір зерттеулерден белгілі болғандай кендерді өндіру кезінде олардың құрамында болатын металдар (Cu, Ni) бактериялардың тіршілігін жояды. *Acidithobacillus ferrooxidans*, *A. Ferrooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans* қышкыл сүйгіш бактериялар үшін ортаның рН деңгейі өзгерсе бактериялардың тіршілік қабілеті төмендейді. Кен құрамынан никельді бөліп алуда сульфидты минералдарды дегредациялап, тоқтаусыз тотықтыруға қабілетті бактериялардың штамдарын бөліп алу керек. Ресей никель өндіру компаниялары ацидофилді бактериялардың әлсіз қышкылды немесе бейтарап ортада тіршілік етуге қабілетті штамдарын бөліп алуды ұсынады. Ғылыми әдебиеттердегі деректерге сүйенсек, *Th. ferrooxidans* бактериясының тіршілігіне кейбір элементтердің иондары әртүрлі әсер етеді. Мысалы, селен, теллур, кадмий, күміс, сынап және уран элементтерінің иондары белгілі бір мөлшерде бактерия тіршілігі үшін улы екендігі дәлелденген. Күмістің 0,1-10 мг/л мөлшері *Th. ferrooxidans* бактериясының белсенділігін төмендететіндігі анықталған. Молибденнің де иондық жағдайда сілтісіздендіруге қатысатын бактериялар тіршілігіне 9-12 мг/л концентрациясы улы болып келеді [7]. Осыған орай, молибденді биологиялық жолмен алудағы биотехнологиялық тәсілдерді жетілдіру бүгінгі таңдағы басты мәселенің бірі болып отыр. Қышкылды ортада белсенді тіршілік ететін бактерияларға ортаның рН деңгейі өзгерсе де тіршілігіне әсер етені зерттеулерден белгілі. Ресейде ацидофилді бактериялардың сілтілі ортада өміршенді болып келетін штамдарын бөліп алу жолдарын ұсынады.

Осыған орай, біздің зерттеулеріміздің мақсаты молибден және рений металдарын биосілтісіздендірудегі *Th. ferrooxidans* штамдарының тиімділігін анықтау болды. Осы мақсатты жүзеге асыру үшін келесе міндеттерді қойдық:

-биосілтісіздендіру үрдісінде белсенді қызмет атқаратын тион бактерияларының жаңа штамдарын бөліп алып зерттеу;

-жаңа штамдарға әртүрлі факторлардың қатынасы мен әсерін анықтау.

Біздің зерттеу жұмысымыздың негізгі материалы есебінде Қазақстанның кенді аймақтарынан әкелінген мысты – молибденді кендер мен молибденді концентрат алынды. Бактериалды дақыл есебінде еліміздегі кездесетін кен құрамынан бөлініп алынған *Th. ferrooxidans* бактериясының штамдары пайдаланылды.

Қазақстанның белгілі кен орындарынан алынған кендерден тион бактерияларының жаңа штамдары шексіз азайту концентрациясы тәсілі арқылы бөліп алынды. Таза дақылға бөлініп алынған штамдардың кен құрамынан металдарды биосілтісіздендіру тиімділігі зертханалық жағдайда зерттелді. Бөлініп алынған 28 штамның ішінде екеуі көптеген бағалы және сирек жер металдарын биосілтісіздендіруде өте тиімді болып табылды.

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі көрсеткендей *Th. ferrooxidans* штамдарының мысты – молибденді концентратта молибден мен ренийді биосілтісіздендірулері жоғары болды. 1 тәулік ішінде бактериялардың жұмыс жасау қабілеті 0,011 – 0,044 г/л молибден мен ренийді бөліп шығарса, ал 3 тәулікте ерітіндідегі ренийдің мөлшері 0,060 г/л жоғарылады. Ал, мысты – молибденді кенмен жүргізген тәжірибелерде 3 тәулікке қойылған зерттеуден 0,0075 г/л

молибден биосілтсіздендірілсе, 1 тәулікте 0,0060 г/л молибден алынды. Бактериялды ерітінді мен кендердің ең оңтайлы жұмыс жасау ара – қатынасы 3:1 (Қ:С) болды.

Жаңа штамдар зертханалық жағдайда қоршаған ортаның түрлі факторларының әсеріне зерттелді. Бұл кездегі көздеген мақсат болып жаңа штамдардың жұмыс атқару тиімділігін қоршаған ортаның факторлары арқылы арттыру болатын. Оның нәтижесінде, бөлініп алынған бактерияларға әртүрлі температуралық жағдайда жүргізілген зерттеулерден (+8 до 0°) олардың жұмыс жасау қарқындылығы төмендейтіні анықталды. Бұл кезде тион бактерияларының темірді тотықтыру дәрежесі 2,5 есе азаяды. Темірді тотықтыруда ең жоғары әрі оптималды температура болып +28 +29 °С табылды. Ал, 1 сағат бойында бактерияларды инфрақызыл саулелермен саулелендірілгенде бактериялардың екі валентті темірді тотықтыруы 0,8 есе жоғарылатты. Зерттеулерден алынған нәтижелер жаңа штамдардан өндірістік және жартылай өндірістік сынақтарға қажетті бактериалды дақылдарды өндіру үрдісінде пайдаланылуда.

Биосілтсіздендіру үрдісінің пайдалану аймағын арттыру үшін сол үрдістің басты қозғаушы күші болып табылатын микроағзалардың түрлері мен штамдарының таза дақылдарын бөліп алып және елімізде кездесетін әр кен орындары үшін тиімділігі жоғары микроағзалардың түрлерін тауып және олардың оптималді тіршілік ортасын анықтау керек. Аталған технология кедей кен құрамынан тиімді әрі оңай жолмен бағалы металдарды тион бактерияларының көмегімен алу қарқындылығын жоғарылатады.

Сонымен, биологиялық жолмен бағалы және сирек кездесетін металдарды бөліп алу үрдісінде биотехнологиялық әдістерді жетілдіру және оларды жаңа ғылыми жетістіктермен толықтыру қазіргі таңдағы маңызды іс-шара болып табылады.

Әдебиет

- 1 Якимов Ю.И., Зайцев Р.В. Применение методов выщелачивания для добычи полезных ископаемых // Безопасность труда в промышленности. -№8.- 2003.
- 2 Фишман М.А., Зеленов В.И. Практика обогащения руд цветных и редких металлов. – М.: Недра, 1967.
- 3 Ужкенов Б.С., Каюпов С.К. Техногенные минеральные образования предприятий горно-промышленного производства, возможности их использования и геолого-экономическая характеристика (техногенные месторождения полезных ископаемых).- Алматы, 2005.
- 4 Камалов М.Р. Биоготехнология металлов: практикум. - Алма-Ата: Ғылым, 1990.
- 5 Туресбеков А.Х., Василевский Б.Б., Рахимов Р.Р., Хантемиров Р.М. Молибденоносность, рениеносность, осмиеносность руд медно – молибденового и золоторудного месторождений Калмакыр и Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. -№26.- 2006.
- 6 Зерикман А.Н. Металлургия тугоплавных редких металлов.- М.: Металлургия, 1980.
- 7 Камалов М.Р. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд Казахстана.-Алма-Ата: Ғылым, 1990.

Резюме

В данной статье приведены данные об устойчивости бактерий *Th. ferrooxidans* к ионам молибдена и других металлов, а также проблемы совершенствования методов биовыщелачивания.

Summary

This article deals with the problem of developing *Th. ferrooxidans* bacterium with molybdenum and the other metals ions endurance making metals by the way of biology.