

6D070100 –Биотехнология мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін **Ахмет Айнагүлдің «Оңтүстік Қазақстанның фосфорқұрамдас қалдықтарынан бағалы компоненттерді биосілтісіздендірудің технологиясы»** диссертациялық жұмысының  
**АНДАТПАСЫ**

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Диссертациялық жұмыс бағалы металдар кешенін алу үшін қалдықтарды қайта өңдеу шарттарын өзгерту кезінде пайдаланылатын микроағзалардың бөлінген белсенді штаммдарынан үш композицияны құрастыра отырып, олардың негізгі физика-химиялық және биологиялық сипаттамаларын нақтылау арқылы Оңтүстік Қазақстанның құрамында фосфор бар қалдықтарынан бағалы компоненттерді биосілтісіздендіру технологиясын әзірлеу бойынша орындалған.

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Қазақстанның елеулі экологиялық мәселелердің бірі өнеркәсіптік және техногендік қалдықтардың көп көлемде жинақталуы болып табылады. Қазіргі уақытта мемлекет аумағында 31,6 млрд т жуық өнеркәсіптік қалдықтар, оның ішінде Оңтүстік Қазақстанда 150,8 млн т астам полиметалл, 2,8 млн. т қорғасын-мырыш және 500 мың т астам құрамында фосфоры бар қалдықтар жинақталған. Урбанизацияның белсенді үрдістері техногендік қалдықтарды сақтау орындарының біртіндеп қала шегіне жетуіне әкелді. Су-жел эрозиялық үрдістердің нәтижесінде техногендік қалдықтар қоршаған ортаға және халықтың денсаулығына қауіп төндіретін көздерге айналды. Оңтүстік өңіріне жүргізілген медициналық зерттеулерде Шымкент қаласындағы құрамында фосфор бар қалдықтардың әсерінен токсиканттарды сақтау аймағына жақын тұратын адамдардың денесінде ретикулоцитоз және гипохромды анемия көрсеткіштері жоғарылағаны анықталған.

Өнеркәсіптік техногендік қалдықтарды жоюдың көптеген технологиялары белгілі, олардың ішінде биотехнологиялық әдістер ең перспективалы болып табылады. Қазіргі уақытта техногендік қалдықтарды қайта өңдеуде Қытай, Франция, Пәкістан, Оңтүстік Америка, Ресей, Испания және Қазақстанда тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын биосілтісіздендіру технологиясы кеңінен қолданылуда. Оңтүстік Қазақстанда Шымкент қаласының аумағында орналасқан құрамында фосфор бар қалдықтарды биосілтісіздендіру қоршаған ортаға тигізетін экологиялық әсердің алдын алып қана қоймай, олардан қосымша құнды компоненттерді алуға мүмкіндік береді.

**Зерттеу мақсаты:** Оңтүстік Қазақстанның құрамында фосфор бар қалдықтардан бағалы компоненттерді биосілтісіздендіру технологиясын дайындау.

**Зерттеу міндеттері:**

1. Шымкент қаласындағы құрамында фосфоры бар қалдықтардың физико-химиялық және минералогиялық, биологиялық қасиеттерін зерттеу;

2. Шымкент қаласында орналасқан құрамында фосфоры бар қалдықтардағы микроағзалардың таралу ерекшеліктерін зерттеу;
3. Құрамында фосфоры бар қалдықтардан бағалы компоненттерді биосілтідендіру үшін перспективті микроағзалардың жаңа штамдарын бөліп алу және сұрыптау;
4. Шымкент қаласындағы құрамында фосфоры бар қалдықтардан бағалы компоненттерді биосілтідендіру технологиясын әзірлеу.

**Зерттеу нысаны:** Оңтүстік Қазақстандағы Шымкент қаласының аумағында жинақталған құрамында фосфоры бар техногендік қалдықтар.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы:**

- Шымкент қаласының аумағында жинақталған құрамында фосфор бар шлактар мен шламдардың минералогиялық құрамында: псевдоволластонит, куспидин, мелилит, акерманит, ранкинит, фторapatит, флюорит, силикокарнотит, кальцит, кварц, феррофосфор болып табылатыны нақтыланды. Субстратың құрамында шлақтың  $1,0 \pm 0,1$  % концентрациясы тест-нысан ағзаларға ынталандырушы әсер етеді, ал  $10,0 \pm 0,9$  % концентрациясы тест-нысан ағзалар үшін өлімге әкеледі. Гидробионттардың сезімтал түрлері *Scenedesmus quadricauda*, *S. protuberans*, *Synedra ulna*, *Rotatoria salidina*, *Aeolosoma sp.*, *Nematoda sp.*, *Gammarus lacustris*, *Daphnia magna* биоиндикация мақсатында пайдалануға болатын индикатор ағзалар болып табылды.

- Шымкент қаласында орналасқан құрамында фосфор бар қалдықтардың микробтық популяциясы микромицеттер үлесінің басым болуымен, гетеротрофты, азоттұтқыш, денитрификациялайтын, күкіртті тотықтыратын, нитрификациялайтын бактериялардан және актиномицеттерден тұратыны анықталды. Микроағзалардың ең көп саны  $10^7$ - $10^8$  кл / г 10-30 см тереңдікте шоғырланғаны анықталды, бұл газ-ауа режимінің, ылғалдылықтың және биогендік элементтердің оңтайлы параметрлерінің болуымен түсіндіріледі.

- Құрамында фосфор бар қалдықтардан сұрыптық және скринингтік жұмыстар нәтижесінде биосілтідендіруге қолдануға перспективалы микроағзалардың жаңа штамдары бөлініп алынды және таксономиялық түрде *Aspergillus niger* ASIA, *A.tubingensis* ASPN, *A. terreus* JOM, *A. flavus* AsZ, *A. flavus* AsF, *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* ST, *Galionella capsiferriformans* TS, *Pseudomonas stutzeri* NJA, *Methyloversatilis thermotolerans* MSO, *Ralstonia pickettii* ASA, *R. pickettii* TS2, *Zoogloea resiniphila* NS1; *Acinetobacter sp.* NAO ретінде анықталған.

- Микроағзалардың жаңа штамдары негізінде қалдықтардан бағалы компоненттерді іріктеп алуға қабілетті микробтық консорциумдар жасалды: консорциум TIAI теміртотығатын бактериялардан *Acidithiobacillus ferrooxidans* ThIO1, *A. ferrooxidans* ThIO2 тұрады және Zn, Al, Mn, Rb металдарды бөліп шығарады; консорциум ANAT микромицеттер *Aspergillus niger* ASIA пен *A.tubingensis* ASPN құрастырылған және Cu, Ag, V, Ru, Mo, Ba, Zr иеталлдарды бөліп шығарады; консорциум NEMfos- нитрификаторлар *Nitrosomonas europaeae* Nit1 және *M. thermotolerans* MSO құрастырылған және Ce мен La бөліп шығарады.

- TIAI, ANAT және NEMfos микробтық консорциумдарын пайдалана отырып, Шымкент қаласындағы құрамында фосфоры бар қалдықтарды биосілтіздендірудің үш сатылы технологиясы өнделді, олар қалдықтардың бастапқы физика-химиялық сипаттамаларына байланысты жеке немесе дәйекті түрде пайдаланып қалдықтардан  $85,2 \pm 7,8\%$  дейін бағалы металдарды шығара алады.

### **Диссертациялық жұмыстың негізділігі мен сенімділік дәрежесі.**

Ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен дәлдігі қалдықтардың физика-химиялық және биологиялық сипаттамаларын бағалау үшін сыналған әдістерді қолдана отырып және үлкен көлемдегі сынамаларды пайдалана отырып анықталады. Алынған мәліметтердің нәтижелері ұқсас зерттеулердің нәтижелерімен салыстырмалы бағалау негізінде дәлелденді. Диссертациялық жұмыста ұсынылған нәтижелер кемінде үш рет қайталанған көпжылдық зерттеулер барысында алынды және статистикалық өңдеу әдістерін-дисперсиялық және корреляциялық-регрессиялық талдауларды қолдана отырып статистикалық өңделді, мұнда эксперименттерді жүргізудің дәлдік деңгейі зерттелетін іріктеменің айтарлықтай ықтималдығы және алынған нәтижелердің сенімділігі анықталған. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері оларды графикалық деректер ретінде жобалау үшін Excel компьютерлік бағдарламасының көмегімен өнделді. Жоспарланған зерттеу жұмыстары мен биотехнологиялық тәжірибелерді орындау мақсатында арнайы сертификатталған әдістер, зертханалар мен ҚР стандарттары қолданылды. Зерттеу барысында пайдаланылған жабдықтар мен материалдар нормативтік-техникалық құжаттардың талаптарына сәйкес келеді.

### **Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар:**

- Құрамында фосфор бар қалдықтардың минералогиялық құрамы псевдоволластонит, куспидин, мелилит, акерманит, ранкинит, фторапатит, флюорит, силикокарнотит, кальцит минералдардан тұратындығы нақтыланды.

- Құрамында фосфор бар қалдықтардың субстраттағы  $1,0 \pm 0,1$  % концентрациясы тест-өсімдіктеріне ынталандырушы әсер етеді және морфометрикалық көрсеткіштерін  $23,1 \pm 2,0$  % ұлғайтады, қалдықтар концентрациясының  $10,0 \pm 0,9$  % дейін артуы барлық тест-нысан ағзаларға леталдық әсер етеді, құрамында фосфор бар шлам шлакқа қарағанда улы болып табылды.

- Құрамында фосфор бар қалдықтардың микрофлорасы 46,7 % микромицеттерден, 40,8% бактериялардан, оның ішінде: гетеротрофты, азоттұтқыш, нитрификациялайтын, денитрификациялайтын, күкіртті тотықтырғыш, бактериялар және 8,8% актиномицеттерден тұрады.

- Биогeотехнологиялық мақсаттары үшін перспективалы микроағзалардың 12 жаңа штаммы анықталды, олардың таксономиялық тиесілігі ПТР-талдау әдісімен айқындалды.

- Микроағзалардың жаңа штамдарының негізінде TIAI, ANAT, NEMfos консорциумдары дайындалды, оңтайлы өсіру жағдайында құрамында фосфор

бар қалдықтардан бағалы компоненттерді іріктеп биосілтісідендіруге қабілеттілігі жоғары болды.

- Микробтық консорциумдарды пайдалана отырып, құрамында фосфоры бар қалдықтарды биосілтісідендірудің өңделген үш сатылы технологиясын қолдану қалдықтардың бастапқы физика-химиялық сипаттамаларының вариациясына байланысты, олардан  $85,2 \pm 7,8$  % дейін бағалы металдарды алуға ықпал етеді.

### **Зерттеу нәтижелерінің теориялық және практикалық маңыздылығы**

Зерттеу нәтижелерінің теориялық маңыздылығы құрамында фосфор бар токсиканттарға тест-өсімдіктер мен гидробионт ағзалардың реакциясы туралы; қалдықтарды сақтау орындарында микроағзалардың таралу ерекшеліктері туралы; құрамында фосфор бар шлактар мен шламдардың микробтық популяциясының анықталған құрылымы; ПТР-талдау арқылы анықталған микроағзалардың оқшауланған және сипатталған жаңа штамдары және олардың таксономиялық сипаттамалары туралы мәліметтерден тұрады.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы биоготехнология үшін перспективалы микроағзалардың жаңа штамдарын алу болып табылады; әртүрлі техногендік немесе минералды қалдықтардан бағалы компоненттердің концентраттарын алу үшін жеке немесе бірлестіріп пайдалануға болатын TIAI, ANAT, NEMfos дайындалған микробтық консорциумдары; Қазақстан аумағында құрамында фосфоры бар әртүрлі қалдықтарды қайта өңдеу мақсатында пайдалану үшін үш сатылы биосілтісідендірудің технологиясы ұсынылуы болып табылады. Өңделген үш сатылы биологиялық сілтісідендіру технологиясының тиімділігі "Қайнар" ЖШС өндірістік кәсіпорнында (А Қосымшасы) сынақ актісімен расталды.

**Диссертация нәтижелерін апробациялау.** Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері келесі халықаралық конференцияларда талқыланды: «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» (XXIII халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция. Пенза: қ., 2019 ж.), Әуезов оқулары-17: әлемдік кеңістіктегі ғылым мен руханилықтың жаңа импульстері" (Халықаралық ғылыми тәжірибелік конференция, Шымкент қ., 2019ж.), "Биоалуантүрлілік пен биотехнологияның өзекті мәселелері" (Халықаралық ғыл.-тәжір. конф., Нұрсұлтан қ., 2019 ж.), Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования»: ХСІХ студенттердің халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Новосибирск қ., 2020ж.),

**Зерттеу тақырыбы бойынша жарияланымдар.** Диссертацияның негізгі нәтижелері 13 баспа жұмыстарында ұсынылған, олардың ішінде, халықаралық Scopus мәліметтер базасына кіретін журналдарда 1 мақала, ҚР ҒЖБМ білім беру саласында бақылау бойынша Комитетімен ұсынылған басылымдарда 3 мақала, халықаралық конференциялар жинағында 7 мақала, 2 тезис жарыққа шықты.

**Диссертанттың жеке үлесі.** Автор әдеби деректерді іздестірді және талдады, өндірістік жағдайда зертханалық зерттеулер мен кеңейтілген

сынақтар жүргізді, алынған алғашқы тәжіребелік деректерді статистикалық түрде өңдеді, диссертация тақырыбы бойынша жарияланымдар дайындады, диссертациялық жұмысты дайындап және рәсімдеді.

### **Жұмыстың ғылыми-зерттеу бағдарламалармен байланысы**

Диссертациялық жұмыс қайталама шикізаттан өнім ала отырып, қалдықтарды қайта өңдеу секторын дамытуға бағытталған Қазақстан Республикасының ғылымын дамытудың басым бағытына сәйкес орындалды. Құрамында фосфор бар қалдықтардан сирек-жер элементтерін биосілтісіздендіру бойынша диссертациялық зерттеулер ҚР БҒМ № 1969/ГФ4 "Қазақстанның оңтүстігіндегі полиметалл, фосфор бар және қорғасын-мырыш қалдықтарынан лантанды, церийді және неодимді биологиялық шаймалау тәсілін әзірлеу" (2015-2018жж.) грантын және М. Әуезов атындағы ОҚУ экология және биотехнология ҒЗИ ғылыми тақырыбы "Ұтымды ресурс үнемдеуші технологиялар" бойынша жүргізілді.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі**

Диссертациялық жұмыс кіріспеден; аналитикалық шолудан; зерттеу объектілері мен әдістерін сипаттайтын тараудан; зерттеу нәтижелерін талдайтын тараудан; қорытындыдан; 5 қосымшадан; 212 ұсынылған пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертация 147 беттен тұрады, 59 сурет пен 13 кестеден көркемделген.