

6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясына

## **АНДАТПА**

**Әбіт Камиля Ермековнаның**

### **Қазақстан су бассейндерін ауыр металдардан ремедиациясының сорбциялық әдісін жасау**

#### **Жұмыстың жалпы сипаттамасы.**

"Қазақстан су айдындарын ауыр металдардан ремедиациялаудың сорбциялық әдістерін әзірлеу" диссертациялық жұмысы өсімдік тектес арзан дәстүрлі емес шикізат – Қазақстан аумағында өсірілген мискантус өсімдігі негізінде белсендірілген көмір алу технологиясын әзірлеуге арналған. Су объектілерін дамыған белсендірілген көмірмен тазарту әдістері ұсынылған.

#### **Актуальность темы исследования.**

Қазақстан Республикасы үшін, жалпы бүкіл әлем үшін сияқты, экожүйенің нашарлауына әкелетін урбандалу және индустрияландыру үрдістерінің күшеюі тән. Қазіргі уақытта Қазақстанның өзендері мен көлдері тау-кен, металлургия және химия өнеркәсібі кәсіпорындарымен, қалалардың коммуналдық қызметтерімен қарқынды ластануды жалғастыруда, бұл республиканың биосферасы мен су қауіпсіздігіне нақты экологиялық қауіп төндіреді. Елдің су объектілерінің жағдайын жақсарту бойынша жүргізіліп жатқан елеулі жұмыстарға қарамастан, судың ластануы, атап айтқанда, деректер көрсеткендей, ауыр металл иондарымен: қорғасын, мырыш, мыс өсуде.

Судағы ауыр металл иондарының құрамын адам пайдалану үшін қауіпсіз мәндерге дейін төмендету, сондай-ақ экономикалық қызмет процесінде адамның қоршаған ортаға келтіретін залалын азайту ел үшін басым міндет болып табылады. Ағынды сулар мен табиғи суларды ең зиянды компоненттерден – ауыр металл иондарынан тазартудың кең дамып келе жатқан технологияларының бірі-белсендірілген көмірге негізделген адсорбциялық технологияларды қолдану. Металл иондарынан сорбциялық тазарту тиімділікке, қайталама ластанудың болмауына, сондай-ақ экологиялық және экономикалық тиімділікке байланысты кең таралды.

Осыған байланысты жаңа сорбенттерді іздеу және сорбциялық технологияларды әзірлеу ластанған табиғи су ортасын қалпына келтіру технологиясының маңызды кезеңі болып табылады. Тапсырманы шешу үшін сорбциялық процестерге жарамды арзан, бірақ тиімді материалды таңдау керек.

Бұл жұмыста жақсы сорбциялық қасиеттері бар перспективалы, жаңартылатын өсімдік шикізаты болып табылатын *miscanthus x giganteus* (*miscanthus*) зауыты белсендірілген көмірді (БК) алу үшін шикізат ретінде

таңдалды. Мискантус-жоғары өнімді триплоидты көпжылдық дәнді дақыл. Ол суық климаттық жағдайларға бейімделген батпақты жерлерде жақсы өседі. Мискантусқа оның тамырларының ауыр металл иондарын жинақтау қабілетінің арқасында бүкіл әлемде қызығушылық артты және жер үсті биомассасын әртүрлі мақсаттарда, атап айтқанда, ау алу үшін пайдалануға болады. Қазақстандық ғалымдар бұл өсімдікті Қазақстан аумағында өсіру мүмкіндігін белсенді зерттеп, ауыр металдармен және органикалық поллютанттармен ластанған топырақты зерттеп жатыр.

Мискантус сабанынан АУ алу ауыр металл иондарынан топырақ пен су объектілерінің ластануына байланысты экологиялық проблемаларды шешу үшін өсімдікті кешенді пайдалануды қамтамасыз ете отырып, Қазақстан аумағында өсірілген жаңартылатын шикізаттан экономикалық тиімді және тиімді сорбенттер алуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы табиғи су айдындарын да, ағынды суларды да кешенді тазарту технологиясының бір сатысы ретінде биосфераның ластануын болдырмау технологияларын және мискантус сабанына негізделген ау көмегімен су ортасын ТМ-дан сорбциялық әдіспен тазарту әдістерін әзірлеудің өзектілігін анықтайды.

**Зерттеу мақсаты:** "Алып мискантус" Өсімдік шикізатынан белсендірілген көмір алу технологиясын әзірлеу және оларды Қазақстанның су айдындарын улы металдардан тазарту үшін пайдалану.

**Зерттеу міндеттері:**

1. Көміртектену әдісімен далада өсірілген мискантус (МБК) сабанына негізделген белсендірілген көмірді алыңыз, содан кейін қызып кеткен су буымен белсендіріңіз.

2. Алынған МБК құрылымын, физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.

3. Статикалық жағдайда ТМ иондары бар сулы ерітінділерден МБК адсорбциялық қасиеттерін зерттеу.

4. Жартылай тәртіп әдісімен әртүрлі шикізаттан көмір алу әдістерімен МБК алу әдісіне салыстырмалы талдау жүргізу.

5. ТМ ионымен ластанған Сулы ерітінділерді адсорбциялық тазарту үшін жаңа МБК алудың экологиялық таза технологиясын әзірлеу, өндірістің материалдық балансын, негізгі технологиялық жабдықты және экономикалық негіздемені есептеу.

6. МБК көмегімен су объектілерін тазарту технологиясын әзірлеу.

**Зерттеу нысандары:** мискантус сабаны, мискантус сабанына негізделген белсендірілген көмірлер, ауыр металдар, сулы ерітінділер.

**Зерттеу пәні:** мискантус сабанына негізделген белсендірілген көмірлер және белсендірілген көмір өндіру технологиясын және ластанған суды тазарту әдістерін әзірлеу.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы.**

Жұмыста алғаш рет Қазақстанда өсірілген мискантус өсімдігінің сабанынан белсендірілген көмірді екі сатылы әдіспен алу әдісі ұсынылды: карбонизация, содан кейін қызып кеткен су буымен белсендіру. Мискантус сабанын БК өндірісінің негізі ретінде пайдалану орынды екендігі

көрсетілген, өйткені өсімдіктің өзі топырақты АМ-дан тазарту үшін қолданылатыны белгілі. Оның тамырлары ауыр металдарды тиімді сіңіретіні белгілі, ал биомассаның антенналық бөлігі сорбенттерді алу үшін материал ретінде тиімді қолдануды таба алады.

Сорбенттің меншікті ауданы 500 м<sup>2</sup>/г-ден асатын және кеуектің меншікті көлемі 0,232 см<sup>3</sup>/г болатын ау алудың оңтайлы шарттары табылды.

Мискантус сабанынан белсендірілген көмір өндірудің принципті технологиялық схемасы әзірленді, оларды алудың зертханалық регламенті әзірленді, 100 кг өнімге өндірістің материалдық балансы, негізгі жабдықтың өнімділігі және өндірістің негізгі экономикалық көрсеткіштері есептелді. Өндірілетін өнімнің өзіндік құны 1 кг БКМ үшін 73 теңгені құрайтыны анықталды.

Мискантус сабанынан жаңа белсендірілген көмірді пайдалана отырып, су айдындарын тазарту технологиясы әзірленді.

Алынған жаңа БК қорғасын иондары үшін рН 4 және мырыш пен мыс иондары үшін 6 ерітінділерінде ауыр металдар иондарына қатысты жақсы сорбциялық мүмкіндіктерді көрсетті. Зерттеу нәтижелері  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  және  $\text{Pb}^{2+}$  иондарына қатысты зерттелетін БК-лердің жоғары сорбциялық сыйымдылығын анықтады. Біз алған БК  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и және 99,8%  $\text{Pb}^{2+}$  иондарының 90% - на дейін 60 минут ішінде 50 мг/л бастапқы құрамымен жойылатыны көрсетілген.

#### **Зерттеудің ғылыми-практикалық маңыздылығы.**

Өсімдік тектес арзан дәстүрлі емес шикізат-Қазақстан аумағында өсірілген мискантус өсімдігі негізінде сорбциялық – белсенді көміртекті материалдарды алу мүмкіндігі көрсетілген.

НАТО-ның "New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites" халықаралық жобасы шеңберінде ҚР БҒМ ҒК биология және биотехнология институты (Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті) ұсынған мискантус өсімдігінің сабаны бастапқы шикізат ретінде пайдаланылды, ол Мискантустың көмегімен Қазақстанның АМ ластанған топырақтарының биоремедиациясын зерттейді. Тиісінше, АМ ионымен ластанған топырақты тазарту үшін Мискантус өсіру арқылы сабанның антенналық бөлігін АМ иондарынан суды тазарту әдістерінде қолдану үшін өнімді ау алу үшін пайдалануға болады, осылайша кептірілген сабанның антенналық бөлігін жою мәселесін бір уақытта шешеді.

Су айдындарын АМ иондарынан тазарту үшін БК өндіру технологиясы сипатталған.

Алынған сорбентпен су объектілерін тазарту әдістері сипатталған.

Суды тазарту үшін көмірді өңдеу әдістерін қосу АМ иондарының азаюына әкеледі, сонымен қатар олар арзандығына байланысты әртүрлі салаларда сорбциялық материалдар ретінде пайдаланылуы мүмкін.

БК алудың әзірленген технологиялық схемалары, сондай-ақ алынған БК пайдалана отырып су айдындарын тазартудың ұсынылған әдістері АМ ғана емес, сонымен қатар басқа да поллютанттармен ластанған суларды тазарту үшін қолданылуы мүмкін.

Диссертациялық жұмыс бойынша алынған нәтижелер мен ғылыми деректер Қазақстан мен басқа да елдердің металлургия және тау-кен өнеркәсібімен байланысты халықаралық және өңірлік экологиялық проблемаларды шешуге бағытталған жаңа технологияларды дамытуға ықпал ететін болады. Жұмыс жаңартылатын және арзан экологиялық таза сорбциялық материалдарды пайдалануға бағытталған, бұл суды сорбциялық әдістермен тазартудың экономикалық тиімді технологияларын жасауға мүмкіндік береді.

### **Зерттеу әдістері.**

Жұмыста келесі зерттеу әдістері қолданылды: масс-спектрометрия, атомдық абсорбциялық спектрометрия, микроскопия, рентген-флуоресцентті талдау, ИҚ спектроскопиясы, термогравиметрия, Раман спектрометриясы, элементтік талдау, порометриялық талдау.

### **Алынған деректердің негізділігі мен дұрыстығы.**

Қорытындылар мемлекеттік органдардың сенім білдірілген өкілдерінен алынған эксперименттік деректер негізінде тұжырымдалған. Біз алған мәліметтер бүкіл әлем ғалымдарының әртүрлі шығу тегі белсендірілген көмірді зерттеу бойынша бұрын жасаған жұмыстарының деректерімен корреляцияланады. Эксперименттік деректерді өңдеу үшін арнайы лицензияланған компьютерлік бағдарламалар қолданылды. Осылайша, жүргізілген жұмыстың нәтижелері сенімді және негізделген. Нәтижелерді статистикалық өңдеу әдістерін қолдану жасалған қорытындылар мен нәтижелердің сенімділігіне қосымша негіз болады.

Жұмыстың бір бөлігі, сондай-ақ кейбір мақалалар шетелдік ғылыми жетекші профессор Ларс Карлсеннің (Lars Carlsen, Дания, Роскильде) басшылығымен жазылған.

### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер.**

1. Қазақстанда өсірілген мискантус өсімдігінің сабанына арналған салмағы бойынша 85% көміртегі бар көмірдің максималды шығымдылығы 29% - ға дейін, оны 30 минут ішінде 500 °С-та көміртектендіру арқылы қол жеткізіледі.

2. Сорбенттің меншікті бетінің ауданы 542±9 м<sup>2</sup>/г, кеуектерінің меншікті көлемі 0,232±0,004 см<sup>3</sup> / г, мискантус сабанынан көмірді қызып кеткен су буымен 800 °С-та 60 минут ішінде белсендіру әдісімен қол жеткізіледі.

3. 30 минут ішінде 500 °С кезінде мискантустан карбонизация арқылы АУ алу технологиясы және одан кейін 60 минут ішінде 800 °С температурада қызып кеткен су буымен белсендіру ТМ иондарына жоғары адсорбциялық қабілеті бар сорбент алуға мүмкіндік береді: 90% дейін Zn<sup>2+</sup> иондары, 90% Cu<sup>2+</sup> және 99,8% Pb<sup>2+</sup> бастапқы концентрациясында 50 мг/л.

4. 30 минут ішінде 500 °С кезінде карбонизация кезеңін және 60 минут ішінде 800 °С кезінде қызып кеткен су буын белсендіру кезеңін қамтитын технологиялық схема бойынша алынған БКМ бағасы 1 кг өнімге 73 тг құрайды, бұл БАУ сияқты белгілі адсорбенттер нарығындағы құннан 13 есе аз.

## **Тақырыптың ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарымен және әртүрлі мемлекеттік бағдарламалармен байланысы.**

Жұмыс ҚР БҒМ ҒК 3655/ГФ4 қаржыландыратын жоба шеңберінде орындалды. Тақырыбы: "табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, шикізат пен өнімді қайта өңдеу "басымдығы бойынша"Қазақстанның ауыр металдармен ластанған Тұщы су бассейндерін экономикалық-тиімді ремедиациялау"

Негізгі материал – мискантус сабанын НАТО G 4687 "New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites" [23] халықаралық жобасы шеңберінде зерттелетін ҚР БҒМ ҒК биология және биотехнология институты алып мискантустың көмегімен Қазақстанның ауыр металдармен ластанған топырақтарын фиторемедиациялау технологиясын әзірлеу бойынша ұсынды.

### **Апробация работы и публикации.**

Орындалған жұмыстың нәтижелері 12 ғылыми жұмыста көрсетілген, оның ішінде:

-Халықаралық ғылыми басылымдарда жарияланған, Томсон Рейтерс (ISI Web of Knowledge, Thomson Reuters) компаниясының ақпараттық базасының деректері бойынша нөлдік емес импакт-факторы бар немесе Scopus компаниясының дерекқорына кіретін 2 мақалада;

- Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда жарияланған 4 мақалада;

- халықаралық, республикалық ғылыми симпозиумдар мен конференциялардың 5 материалдары мен тезистерінде, оның ішінде 3 шетелдік конференциялардың материалдарында.

- кітап тарауларының біріне арналған 1 материалда.

### **Диссертацияның жеке үлесі.**

Әбіт К. Е. диссертациясында баяндалған нәтижелерді автордың өзі, оның басшылығымен немесе тікелей қатысуымен алды.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі.**

Диссертация 125 бетте баяндалған, кіріспеден, 4 негізгі бөлімнен, қорытындыдан, 217 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады және 29 кестеден, 22 суреттен және 2 диаграммадан тұрады.

**Докторанттың әрбір басылымды дайындауға қосқан үлесін сипаттау.** Докторант белсендірілген көмірді дайындауға, тәжірибелік мәліметтерді алуға, тәжірибе нәтижелерін өңдеуге және интерпретациялауға тікелей қатысты, сонымен қатар ғылыми басылымдарды жобалау және жазу үшін физика-химиялық зерттеулерді орындауға қатысты.

**Диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша келесі тұжырымдар жасалды:**

1. Жұмыс барысында өсімдік тектес арзан дәстүрлі емес шикізат-Қазақстанда өсірілген мискантус өсімдігі негізінде сорбциялық – белсенді көміртекті материалдарды алудың технологиялық схемасы әзірленді. Әдіс экономикалық және экологиялық тұрғыдан ұтымды.

2. Мискантус сабаны үшін ең оңтайлы карбонизация температурасы: 500 °С температурада 30 минут бойы күйдіру, бұл салмағы 73% көміртегі бар үлгіні шығарады.

3. Алынған БК -ның физика-химиялық құрамы мен технологиялық сипаттамалары анықталды. 60 минут ішінде 800 °С температурада алынған көмірдің қызып кеткен су буымен активтенуі бетінің меншікті ауданы  $542 \pm 9$  м<sup>2</sup>/г, адсорбциялық көлемі  $0,232 \pm 0,004$  см<sup>3</sup>/г активтендірілген көмір алуға мүмкіндік береді.

4. Алынған белсендірілген көмірлер  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  және  $\text{Pb}^{2+}$  иондарына қатысты жоғары сорбциялық сыйымдылыққа ие. БКМ бастапқы 50 мг/л концентрациясында  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  және 99,8%  $\text{Pb}^{2+}$  иондарының 90% - на дейін жойылады.

5. Қорғасын үшін рН 4-тен, сондай-ақ 10 мг/л бастапқы ерітінділердің концентрациясы бар мырыш пен мыс үшін рН 6-дан алынған активтендірілген көмірмен АМ иондарының сорбциясының басталуы.

6. Әр түрлі шикізаттан көмірді жартылай тәртіпте алу әдістерімен БКМ алу әдісін салыстырмалы талдау бұл әдіс Өсімдік шикізатынан ау өндіруге жақсы балама болып табылатындығын көрсетті.

7. БК өндірісінің технологиялық схемалары әзірленді. Мискантус сабанынан БК өндірудің өзіндік құны бау мысалында өсімдіктердің басқа түрлерінен БК Қазақстан нарығындағы көмірдің құнынан 13,7 есе аз екендігі көрсетілген.

8. Мискантус сабанынан ау сорбенті ретінде су айдындарын тазарту технологиясы жасалды.

Көмірмен өндеуді суды тазартудың технологиялық схемаларының кешеніне қосу ауыр металл иондарының құрамының төмендеуіне әкеледі, сонымен қатар оларды өнеркәсіптің әртүрлі салаларында қолдануға болады, сонымен бірге жаңартылмайтын шикізаттан жасалған қымбат сорбциялық материалдармен салыстырғанда шығындарды азайтады.