

## **Тастамбек Қуаныш Талғатұлының**

«6D060700 – Биология» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясына

### **АҢДАТПА**

#### **Қоңыр көмірлер негізінде энерготиімді отын алудың микробиологиялық аспектілері**

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы:** Диссертациялық жұмыста энергетикалық-технологиялық және экологиялық параметрлерді жоғарылату мақсатында микроорганизмдердің белсенді штамдарымен Қазақстанның кен орындарынан алынған қоңыр көмірлерді (лигниттер) биологиялық өңдеу процесінің негізгі аспектілері қарастырылған.

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі:** Өртүрлі қажеттіліктерге байланысты энергетикалық қорларды өндіру үшін қоңыр көмірлерді биологиялық өңдеу – оны тұрақты қолданудың ең үдемелі бағыты.

Қазақстан Республикасы көмір қазба байлықтары бойынша әлемдегі ең үлкен ондыққа кіреді. Қазақстандағы жалпы көмір қорының 62%-ын (24 млрд. т аса) қоңыр көмір құрайды. Қоңыр көмірдің құрамында көміртегі шамамен 60%, сутегі 6%, оттегі 17-34%, ұшқыш заттар мөлшері 50% болады және жану жылуы төмен (26 мДЖ/кг), ылғалдылығы жоғары (40% дейін) болуымен ерекшеленеді. Сонымен қатар механикалық берік емес, ауада ылғалдылығын жылдам жоғалтады және тез ұсақталып, сынып бөлшектерге айналады. Сондықтан, оларды энергетикалық мақсатта қолдану тиімділігі төмен болып табылады. Қоңыр көмірді өндіру кезінде биіктігі 70-120 м жететін террикондар (үйінділер) пайда болады және олардың әрқайсысына жылына 2500 мың. м<sup>3</sup> көлемінде таужыныстар қосылу арқылы көлемі ұлғайып отырады. Үлкен аймақты алып жатқан бұл террикондар атмосфераның газды шаңмен қарқынды ластануына және топырақ құнарлылығының нашарлауына алып келеді. Көмір кен орындарын өндіру гидродинамикалық режимге және жер асты суларының балансына теріс әсер етеді. Бұл ретте потенциалды ресурстар қоры қайтымсыз жоғалып қана қоймайды, сонымен қатар жер үсті және су экожүйелерінің тіршілік иелеріне кері әсерін тигізеді.

Әлемде қазіргі экологиялық жағдай коммуналды және өнеркәсіптік отын сапасын қатаң бақылауды талап етеді. Сонымен қатар, отынның құрамында күкірт, түтін мен күл аз бөлінуі қажет және түйіршіктер мөлшерінің қажетті құрамы болуы керек. Сондықтан, сапасы жақсарған отын ресурстарын ұлғайту үшін заманауи экологиялық және экономикалық тәсілдерді жасау және енгізу заман талабы. Тұрмыстық және өнеркәсіптік отын өндірісіндегі ғылыми-техникалық және энергетикалық прогрестің бір бағыты биобрикеттер негізінде түтінсіз қатты отын өндіру аса маңызды.

Көмірді өндеудің биотехнологиялық процестері, оның ішінде трансформациялау мен конверсиялау, әр түрлі қатты, сұйық және газ тәрізді

отындар мен одан өнімдер алуға, сонымен қатар оның техникалық және тұтынушылық сипаттамаларын жақсартуға бағытталуы мүмкін. Биотехнологиялық тәсілдерді жасауда аэробты мезофильді және термофильді бактериялар мен саңырауқұлақтардың әртүрлі топтары қолданылады.

Қоңыр көмірлерге микроорганизмдер әсер еткенде көмірдің ерігіштігі және көмірдің деполимерленуі жылдам жүреді. Жоғарыда айтылған құрылымдық модификациядан басқа, төмен молекулалы ароматты қосылыстардың күрделі қоспасы болып табылатын жылжымалы фазаның бөліктерін қолдану арқылы қоңыр көмірде бірқатар бактериялар өсе алады және көміртектің жалғыз көзі ретінде парафин тәрізді алифатты қосылыстарды қолданады. Қазіргі уақытта бөлінетін органикалық қосылыстардың табиғаты туралы нақты ақпарат жоқ, бірақ төмен молекулалық модельдерді қолданатын зерттеулер олардың құрамына фенолдар, бензой қышқылдары, бифенилдер мен дифенил эфирлері, сондай-ақ әр түрлі циклоалкандар, n-алкандар кіретіні көрсетіледі. Кейбір қоңыр көмірлерде болатын қалдық целлюлоза мен гемицеллюлоза (мысалы, ағаш құрылымын сақтайтын ксилит көмірі) микроорганизмдер үшін көміртектің қосымша көзі бола алады. Сонымен қатар, минералды ерітінділерді (N, P, S, металл иондары немесе минералды тұздар) қосу микроорганизмдердің өсуін ынталандырады.

Қоңыр көмірдің B2-B3 топтарын өндірудің қарқынды артуына байланысты өнеркәсіп саласында кесектенген көмір отынының шикізат базасын дамытуға деген ерекше қызығушылық пайда болуда. Оларды өндірудің артуы көбінесе ашық әдіспен, яғни арзан жол арқылы өндірумен ерекшеленеді. Бұл көмірлер құрамында күл мен ылғалдың көп мөлшерде болуына байланысты ерекшеленеді және осы қасиеттері өз кезегінде олардың жану жылуын төмендетеді, сақтау кезінде тез бұзылуға ұшыратады, тасымалдауға жарамсыз етеді. Қоңыр көмірді биотехнологиялық өндеу әдістері, оның ішінде биобрикеттеу әдісі осы көмірлердің модификациялануы нәтижесінде тасымалдау көлемінің ұлғаюы мен қолдану аясының артуына мүмкіндік береді.

Қазақстанның қоңыр көмірлерінен биобрикеттелген қатты отын алудың қажеттілігінің басты себебі салыстырмалы ылғалдылығының, күлінің аз болуы, сақтау кезінде өздігінен жану мүмкіндігінің және тасымалдау кезінде айтарлықтай ұсақ бөліктерінің жоғалуы болып табылады.

Қазіргі таңдағы энергетика саласының маңызды мәселелердің бірі сұрыпталған отынның тапшылығы болып табылады. Бұл көп жағдайда оттықтағы үгінді мен ұсақ заттарға бай қарапайым және байытылмаған көмірлердің қабатталып жануына әкеліп соғады, нәтижесінде пештердің жылулық коэффициентінің едәуір төмендеуіне, содан кейін отынның жылулық энергиясының босқа жоғалып кетуіне себеп болады. Сондықтан жетілдірілген сұрыпталған көмір отынының ресурстарын арттырудың заманауи және тиімді жолдарын жасау және олардың нәтижелерін жүзеге асыру үлкен ғылыми-экономикалық маңызға ие.

Әр түрлі класқа жататын қоңыр көмірден алынатын түтінсіз қатты отынды алу технологиясы өндірісте әлі толығымен жүзеге асырылмаған, оның себебі биобрикеттеуде қолданылатын байланыстырушының сапасының болмауы, жану жылулығының төмендігі және көмір күлінің көп болуы. Осы келтірілген жағдайларға байланысты Қазақстан көмір кен орындарының көмірінен биобрикеттелген түтінсіз отынды алу технологиясын жасау өзекті мәселеге айналып отыр. Қазақстан халқының көпшілік бөлігі ауыл аймақтарда өмір сүреді, сондықтан коммуналды-тұрмыстық тұтынуға қажетті экологиялық таза және қауіпсіз отындық биобрикеттерді өндіру мәселелері энергетикалық және экологиялық жағынан үлкен маңызға ие. Қатты отын экологиялық қауіпсіз және түтін бөлу қасиеті төмен өнім болғандықтан ол әртүрлі ғимараттарды, әсіресе өндірістік және қызметтік-тұрмыстық орталарды (жылыжай, көшетхана, шатыр, монша, бассейн, көкөніс шұңқырлары, жылытылған топырақтар және т.б.) жылытуда таптырмас отын бола алады.

Осыған байланысты қатты отын өндіруде, оның ішінде түтінсіз отын өндіруде жаңа пайдалы технологиялар жасап шығару өзекті мәселенің шешімі болады. Аталған өндіріс көптеген елде, оның ішінде Қазақстанда да әлі жолға қойылмаған.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** Қазақстан көмір кен орындарындағы көмірлер мен микроорганизмдердің байланысының биологиялық негіздерін құру және түтінсіз отын алу әдістерін жасау.

**Зерттеу жұмысының міндеттері:**

1. Леңгір және Ой-қарағай кен орнынан алынған қоңыр көмірлердің физико-химиялық, механикалық және техникалық қасиеттерін зерттеу;
2. Қоңыр көмірлердегі микробтар қауымдастығының таксономиялық құрамын және санын анықтау, физиологиялық және биохимиялық қасиеттерін зерттеу;
3. Қоңыр көмірді отындық био-отын алуда бастапқы шикізат ретінде қолданылатын био-өңделген көмір суспензиясының физико-химиялық қасиеттерін зерттеу;
4. Биобрикеттеуге бөліп алынатын био-өңдегіш дайындаудың технологиялық және конструктивтік параметрлерін зерттеу;
5. Қоңыр көмірлерді биоөңдеу арқылы алынған отындық биобрикетті бөліп алу үдерісінің технологиялық сызбасын жасау;
6. Берік, суға төзімді, күлділігі төмен, жанған кезде жағымсыз құрамды заттарды аз түзетін, жылу сыйымды биобрикет алуға мүмкіндік беретін биологиялық байланыстырушылар арқылы биобрикеттеудің қауіпсіз технологиясын жасау.

**Зерттеу объектілері:** Б3 класына жататын қоңыр көмірлер (Леңгір және Ой-қарағай кен орындарының көмірлері) және қоңыр көмірден бөлініп алынған РКВ 7 – *Bacillus* sp., РКВ 10 – *Providencia* sp. бактерия штамдары қолданылды.

**Зерттеу әдістері.** Диссертациялық жұмыс барысында тәжірибелер зертханалық жағдайда физика-химиялық, микробиологиялық генетикалық, биохимиялық, зерттеулердің заманауи әдістерін қолдана отырып жүргізілді.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:** Алғаш рет Қазақстанның қоңыр көмірлерінің микробиологиялық алуантүрлігі (метагеномды талдау) зерттелді. Зерттеу нәтижесінде қоңыр көмірден бактериялардың таза дақылдары бөлініп алынды.

RKB 7 – *Bacillus* sp., RKB 10 – *Providencia* sp. бактерия штамдары идентификацияланып, филогенетикалық талдау жасалынды. Бөлінген бактериялардың биосолюбилиздеу қасиеті зерттеліп, нәтижесінде RKB 7 – *Bacillus* sp., RKB 10 – *Providencia* sp., биосурфактанттарды жоғары дәрежеде бөлетіні анықталды.

Зерттеу нәтижесінде Леңгір және Ой-қарағай қоңыр көмірлері мен био-байланыстырғыш заттардан жоғары тиімді биобрикеттелген түтінсіз биобрикет алынды. Зерттеулер нәтижесінде жылудың тиімділігімен бағаланатын тұрмыстық пештердегі биобрикеттердің жануының отын-энергетикалық тиімділігі бастапқы көмірдің биобрикеттерімен салыстырғанда жоғары екендігі (81,1% дейін) анықталды. Ұзақ мерзімді сақтауға және тасымалдауға жарамды биобайланыстырғышты қолдана отырып, қоңыр көмірден биобрикет алудың негізгі технологиялық сызбасы ұсынылды.

#### **Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы:**

Бөлініп алынған RKB 7 – *Bacillus* sp. мен RKB 10 – *Providencia* sp. Штамдары әртүрлі ғылыми-зерттеу жұмыстарына қолдану үшін Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің қолданбалы микробиология зертханасының коллекциясына енгізілді.

Қоңыр көмірлерді биоөндеу жұмыстары негізінде биобрикет алудың технологиялық сызбасы әзірленді және жұмыс нәтижелері патенттелді («Көмірді қайта өңдеу тәсілі», №34536, 28.08.2020 ж., «Көмірді қайта өңдеу тәсілі» №34556, 04.09.2020 ж.).

Биобрикетті жасау үшін теориялық және әдіснамалық негіз құрылды.

Ғылыми-зерттеу жұмысы барысында бөлініп алынған бактериялар қоңыр көмірден биотыңайтқыш және биокомпозит (көмір күлі+гумус+бактерия) алу жұмыстары бойынша зертханада қолданылуда.

Энергия тиімділікті арттыру мақсатында қоңыр көмірден жаңа әрі қатты биобрикет құрастырылды. Зерттеу жұмысының нәтижелерін жоғарғы оқу орындарында студенттер мен магистранттарға, докторанттарға арнайы және теориялық курстарда өтетін материал ретінде пайдалануға болады.

#### **Қорғауға шығарылған негізгі қағидалар**

1. Леңгір және Ой-қарағай кен орындарынан алынған қоңыр көмірлердің физико-химиялық, механикалық және техникалық қасиеттерінің нәтижелері;
2. Қоңыр көмірлердегі микробтар қауымдастығының таксономды құрамын және санын анықтау, сондай-ақ физиологиялық және биохимиялық қасиеттерінің нәтижелері;

3. Қоңыр көмірден биобрикет алуға бастапқы шикізат ретінде қолданылатын биоөңделген көмір суспензиясының физико-химиялық қасиетінің нәтижелері;

4. Биобрикеттеу мақсатында биоөңдегіш дайындаудың технологиялық және конструктивтік параметрлерінің нәтижелері;

5. Қоңыр көмірлерді биоөңдеу арқылы алынған отынды жасау үдерісінің технологиялық сызбасы;

6. Берік, суға төзімді, күлділігі аз, жанған кезде жағымсыз құрамды заттарды аз түзетін, жылу сыйымдығы жоғары биобрикетті алуға мүмкіндік беретін биологиялық байланыстырушылар арқылы биобрикеттеудің қауіпсіз технологиясының нәтижелері.

**Қорғауға ұсынылатын ғылыми жұмыс нәтижелерінің жасақталуына қосқан диссертанттың жеке үлесі.** Зерттеу жұмысының нәтижелері, әдеби деректерге шолу, жұмыстың мақсат-міндеттерін анықтау, тәжірибелік зерттеулерді жүргізу және алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу мен талдау автордың жеке қатысуымен орындалды.

**Жұмыстың ғылыми зерттеу бағдарламасымен байланыстылығы.** Диссертациялық жұмыс АР05133758 «Ленгер көмір кен орнының қоңыр көмірі мен сурфактант-синтездеуші микроорганизмдер негізде отынды энергиялық тиімді экологиялық таза, түтінсіз биобрикеттелген отынды алу биотехнологиясын жасау», АР05134797 «Тотыққан қоңыр көмір және зоомикробтық қауымдастық негізінде белсенділігі жоғары «биогумус-плюс» препаратын алу биотехнологиясын құрастыру» жобаларының аясында орындалды.

**Диссертациялық жұмыстың апробациясы.** Диссертация жұмысының негізгі қағидалары және зерттеу нәтижелері төмендегідей халықаралық ғылыми конференциялар мен симпозиумдарда баяндалды және талқыланды:

1. «Заманауи биология және Қазақстан Республикасының биоалуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері» Республикалық ғылыми-әдістемелік конференция (Алматы, 24 қараша 2017 жыл);

2. «Экологиялық генетика мен экспериментальды биологияның өзекті проблемалары» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Алматы, 25 қаңтар 2018 жыл);

3. 22-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века» (Пушино, Россия, 23 – 27 апреля 2018 г.);

4. Международный симпозиум АСТАНА БИОТЕХ 2018, (Астана, 12-13 июня 2018 г.);

5. Оңтүстік Қазақстан медицина академиясының Хабаршысы (Шымкент қ. 2018 ж.);

6. V Халықаралық Фараби оқулары, «Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми конференция (Алматы, 10-11 сәуір 2018 ж.);

7. VI Халықаралық Фараби оқулары, «Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми конференция (Алматы, 9-11 сәуір 2019 ж.);

8. Международная конференция «Современные проблемы химии и технологии органических веществ и материалов» (5-6 декабря 2019 г., г. Алматы);

9. International Conference on Recycling and Waste Management (30<sup>th</sup> July 2019, Toronto, Canada).

**Басылымдар.** Диссертацияның негізгі нәтижелері 30 ғылыми басылымдарда жарық көрді, олардың қатарында 6 мақала ҚР Білім және ғылым саласының бақылауы бойынша Комитет тізіміндегі республикалық ғылыми журналдарда, 3 мақала ғылыми журналдарда, 3 мақала Scopus базасына кіретін және 13 тезис халықаралық конференциялар мен симпозиумдар жиынтығында, сонымен қатар 1 монография, 2 патент, 2 ғылыми туынды жарияланған.

**Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.** Диссертация 127 беттен, белгілеулер мен қысқартулар, кіріспе, әдебиеттерге шолу, зерттеу объектілері, материалдары мен әдістері, зерттеу нәтижелері мен талқылау, қорытынды бөлімдерінен, 305 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, 20 кестеден, 44 суреттен тұрады.