Марат Адель Қанатқызының
«8D05105 – Биотехнология» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (Ph.D.) дәрежесін алу үшін ұсынылған «**Картоптың өнімділігін арттыру үшін қоңыр көмір негізінде топырақ қоспасын алудың биотехнологиясын жасау**» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Бұл ғылыми зерттеу жұмысы егін шаруашылығында маңызды органоминералды топырақ қоспасын әзірлеу және оның картоп өсімдігінің өсуі мен өнімділігіне қолдану мүмкіндігін анықтауға арналған. Жұмыста көмірдің ұшпа күлі мен гумин қышқылы негізіндегі композитті қоспаның физико-химиялық қасиеттері, сондай-ақ оның ризобактериялармен бірге топырақтың механикалық құрылымына, химиялық параметріне және микробиологиялық белсенділігіне әсері зерттелді. Зерттеу барысында топырақ құнарлығын арттыру үшін композитті қолданудың тиімділігі анықталып, оның картоп дақылының өсуіне, дамуына және сапа көрсеткіштеріне әсері бағаланды. Зерттеу нәтижелері топырақтың сапасын оңтайландыруға және егін шаруашылығының өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін органоминералды топырақ қоспаларын әзірлеу және ауыл шаруашылығы тәжірибесіне енгізу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Тақырыптың өзектілігі: Қазіргі уақытта әлемде топырақтың экологиялық жағдайының нашарлауы және ауыл шаруашылығы өнімдеріне деген сұраныстың артуы топырақ құнарлылығын қалпына келтірудің жаңа, тиімді әрі экологиялық қауіпсіз әдістерін іздестіруді талап етеді. Қазақстанның көптеген аймақтарында топырақ эрозиясы, оның органикалық заттарының азаюы және физико-химиялық көрсеткіштерінің төмендеуі сияқты мәселелер өзекті болып отыр.

Қазақстанда көмір өнеркәсібі кеңінен дамыған. Жыл сайын өндіріс орындарынан кең көлемде көмірдің ұшпа күлі мен көмір қалдықтары бөлініп шығады. Бұл қалдықтардың көпшілігі қазіргі таңда тиімді пайдаланылмай, экологиялық мәселелердің туындауына себепкер болуда. Алайда, осы өндірістік қалдықтарды қайта өңдеп, ауыл шаруашылығы саласында топырақ қоспасы ретінде пайдалану мүмкіндігі зор. Өйткені, көмірдің ұшпа күлі мен көмірден бөлініп алынған гумин қышқылы топырақтың физико-химиялық қасиеттерін жақсартып, оның құнарлылығын арттырады, өсімдіктердің өсуі мен дамуына оңтайлы әсер етеді және топырақтың микробиомының белсенділігін күшейтеді. Мәселен, көмірдің ұшпа күлінің құрамында өсімдіктерге қажетті калий, кальций, магний, фосфор сияқты элементтер кездеседі. Олар топырақтың қышқылдану деңгейін төмендетіп, құрылымын жақсартады және микробиологиялық белсенділікті арттырады.

Гумин қышқылы – өсімдік пен жануар қалдықтарының ыдырауынан пайда болған жоғары молекулалы органикалық қосылыстар тобы (65-70%). Олар топырақтың құрылымын жақсартып, қоректік заттардың алмасуын реттейді. Сонымен қатар, гумин қышқылы топырақтың буферлік қасиеттерін арттырып, ауыр металдардың уыттылығын төмендетеді, зиянды заттардың

өсімдікке сіңуін азайтады. Қоңыр көмірдегі гумин қышқылының мөлшері шамамен 30-80% аралығында болады.

Көмірдің ұшпа күлі мен гумин қышқылын кешенді түрде қолдану – ауыл шаруашылығында экологиялық таза әрі арзан топырақ қоспасының көзі ретінде тиімді болуы мүмкін. Әсіресе бұл тәсіл картоп өсімдігі үшін ерекше нәтижелі, себебі картоп – Қазақстанның азық-түлік нарығында маңызы зор ауыл шаруашылық дақылдарының бірі.

Өсімдіктің өсуін ынталандыратын ризобактериялар (ӨӨЫР) өсімдіктің ризосферасында тіршілік етіп, өсімдіктердің өсуіне жағдай жасайтын, азотты бекітетін, фосфор мен калийдің өсімдікке қолжетімді формаларын бөлетін пайдалы микроорганизмдер тобы. Сонымен қатар, олар фитопатогенді микроорганизмдердің дамуын тежеп, өсімдіктің стресске төзімділігін күшейтеді. Өз кезегінде, көмірдің ұшпа күлі, гумин қышқылы және ризобактериялар негізіндегі кешен топырақтың экожүйесін қалыпқа келтіріп, ондағы микробиоценоздың белсенділігін күшейтудегі үлесі зор.

Көмірдің ұшпа күлі, гумин қышқылы және ризобактериялар негізіндегі топырақтың қоспасын қолдану арқылы картоптың өнімділігі мен сапасын арттыру, топырақтың биологиялық және физико-химиялық көрсеткіштерін оңтайландыру — ауыл шаруашылығы ғылымы мен өндірістік тәжірибе үшін өзекті мәселе. Бұл зерттеу Қазақстандағы көмір өндірісіндегі қалдықтардың экологиялық мәселелерінің бірін шешуге және топырақ құнарлылығын қалпына келтірудің тиімді әдістерін ұсынуға негізделген.

Жұмыстың мақсаты: Көмірдің ұшпа күлі, гумин қышқылы және ризобактериялар негізіндегі композитті қоспаны құрастыру және оның топырақтың физико-химиялық және биологиялық көрсеткіштеріне, сонымен қатар картоп дақылының өсіп-дамуына әрі өнімділігіне әсерін зерттеу.

Жұмыстың міндеттері:

1. Шикізаттарды (көмірдің ұшпа күлі мен қоңыр көмірден бөлініп алынған гумин қышқылы) дайындау және сипаттау.
2. Ризобактерияларды бөліп алып, сәйкестендіру және олардың азотты бекіту мен фосфорды солюбилизациялау қабілетін анықтау.
3. Көмірдің ұшпа күлі мен гумин қышқылы негізіндегі композитті топырақ қоспасын құрастыру және оның физико-химиялық қасиеттерін: элементтік құрамын, рентгенқұрылымдық талдау және сканирлеуші электрондық микроскоп арқылы зерттеу, сондай-ақ сорбциялық қаиеттерін анықтау.
4. Композитті қоспа мен ризобактериялардың әсерінен топырақтың физико-химиялық және микробиологиялық қасиеттерінің өзгерістерін, оның ішінде қоректік элементтердің мөлшерін, ферменттік белсенділігін және микроорганизмдер санын зерттеу.
5. Картоп өсімдігінің өсуі мен өнімділігіне композитті қоспа мен ризобактериялардың ықпалын бағалау.

Зерттеу объектілері: Көмірдің ұшпа күлі үлгілері Қазақстан Республикасының Павлодар облысындағы, Ақсу көмір электр станциясынан (52°07'04.9"N 76°52'30.7"E) алынды.

Гумин қышқылы қоңыр көмір үлгілерінен бөлініп алынды. Қоңыр көмір үлгілері Қазақстан Республикасының Павлодар облысындағы, Екібастұз бассейніндегі ашық көмір шахталарынан (51°41'08.0"N 75°27'26.0"E) алынды.

Ризобактериялардың дақылдары Қазақстан Республикасының Павлодар облысындағы Екібастұз кен орнының көмірмен ластанған аймақтарында өскен өсімдік тамырларынан бөлініп алынды.

Зерттеу әдістері: Зерттеу жұмысында дәстүрлі және заманауи микробиологиялық әдістер қолданылды, атап айтқанда, ризобактериялар штамдарын идентификациялау үшін Сэнгер бойынша геннің 16s rRNA секвенирлеу арқылы молекулярлық-генетикалық сәйкестендіру жүргізілді. Көмірдің ұшпа күлінің, қоңыр көмір мен топырақ қоспасының қасиеттері сканерлеуші электронды микроскоп (СЭМ), термо-гравиметриялық және дифференциалды сканерлеуші калориметриялық талдау, рентгендік флуоресценстік талдау, рентгендік дифракция, Брунауэр-Эммет-Теллер (BET) порозиметриялық талдау, элементтік талдау арқылы сипатталды. Топырақ үлгілеріне физикалық (ылғалдылық, тығыздық, су өткізгіштік, кеуектілік) және химиялық (pH, азот, фосфор және калий) талдаулар жүргізілді; сондай-ақ ферменттік белсенділікті анықталды. Картоп дақылының биохимиялық көрсеткіштері, атап айтқанда, крахмал мөлшері, С дәрумені, редуцирлеуші қант және жалпы қант, нитраттар саны анықталынды. Сонымен қатар, ақуыз және ылғалдылық мөлшері есептелінді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы: Бұл зерттеу жұмысында көмірдің ұшпа күлі, гумин қышқылы және ризобактериялар негізінде композитті қоспа құрастырылды және оның топырақ пен картоп өсімдігіне кешенді әсері алғаш рет жан-жақты зерттелді. Композиттің құрамындағы компоненттердің топырақтың физико-химиялық қасиеттеріне оңтайлы әсер етіп, ондағы микробиотаның биологиялық белсенділігін арттыратындығы ғылыми түрде көрсетілді. Мұндай кешенді тәсіл топырақтың құнарлығы мен ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруда маңызды құрал бола алады. Бұл зерттеу жұмысы көмір қалдықтарын экологиялық тұрғыдан қауіпсіз әрі тиімді қайта өңдеу жолдарын дамытуға, тұрақты әрі тиімді ғылыми-практикалық база қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы: жүргізілген зерттеу көмірдің ұшпа күлі, гумин қышқылы және ризобактериялар негізіндегі композиттік қоспаның топырақтың агрохимиялық қасиеттерін арттырудағы рөлін ғылыми тұрғыдан негіздеді. Алынған мәліметтер өңделген топырақтың физико-химиялық және микробиологиялық қасиеттерінің өзгерісін сипаттай отырып, органоминералды топырақ қоспасының әсер ету механизмін теориялық жағынан толықтырды. Бұл мәліметтер топырақтың эколого-экономикалық аспектілері мен ауыл шаруашылығы биотехнологиясын дамыту саласы үшін маңызды. Практикалық тұрғыдан алғанда көмір өндірісіндегі қалдықтарды ауыл шаруашылығында экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, арзан және тиімді топырақ қоспасын дайындау үшін қолданылу мүмкіндіктері айқындалды.

Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар:

1. Жүргізілген зерттеу нәтижелері ұшпа күл мен гумин қышқылының өзара әрекеттесу қабілетінің жоғары екенін көрсетті. Бұл бейтарап pH жағдайында оның адсорбциялық белсенділігінің артуымен қатар жүреді. Сонымен қатар, ұшпа күлге адсорбцияланған гумин қышқылы біртіндеп босап шығуға (десорбцияға) қабілетті, бұл оны биофункционалды топырақ қоспаларын әзірлеу кезінде ескерілуі тиіс.

2. Смарт-ауыл шаруашылығы саласында макро- және микроэлементтермен байытылған органоминералды қоспалармен қатар, өсімдіктердің өсуін биоынталандыратын әдістері де қажет. Мұндай тәсілдердің бірі – биологиялық белсенді заттардың көздерін қолдану. Ризобактериялар — топырақ микробиомының маңызды бөлігі болып табылатын биоинокулянттар. Көмірдің ұшпа күлі мен гумин қышқылы негізінде композиттер жасау барысында ризобактерияларды қолдану топырақ құнарлылығын сақтау мен арттыруға септігін тигізеді. Осы зерттеу аясында екі штамм ризобактериялар – *Pseudomonas koreensis* және *Achromobacter* sp. бөлініп алынып, қолданылды. Олар азотты бекіту және фосфорды еріту қабілетіне ие, бұл топырақтың биологиялық белсенділігін күшейтеді.

3. Шикізат ретінде Екібастұз көмір бассейнінен алынған көмірді жағу нәтижесінде түзілген ұшпа күл (Ақсу ЖЭС, Павлодар облысы) пен сол көмірден бөлініп алынған гумин қышқылы пайдаланылды. Күл мен органикалық компоненттерден жасалған топыраққа арналған композиттік қоспа қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтады және өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін агрономиялық құндылыққа ие.

Жұмыстың ғылыми зерттеу бағдарламасымен байланыстылығы: Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті (AP13268305) және Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі (BR10764907) тарапынан қаржыландырылды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми жұмыс нәтижелерінің жасақталуына қосқан диссертанттың жеке үлесі: Барлық зерттеу жұмыстары : әдеби деректерді талдау, зерттеудің мақсаты мен міндеттерін айқындау, тәжірибелік зерттеулер жүргізу, алынған нәтижелерді талдау және олардың статистикалық өңделуі, автордың тікелей қатысуымен жүзеге асырылды. Сонымен қатар, зерттеу барысында қолданылған әдістер мен алынған мәліметтердің сенімділігі жан-жақты қарастырылып, ғылыми негізде талданды.

Жұмыстың сыннан өтуі: Жұмыстың жекелеген бөлімдері бойынша диссертанттың қатысуымен кафедраның ғылыми семинарларында талқылаулар жүргізіліп, ұсыныстар мен пікірлер ескеріліп, жұмыс мазмұны толықтырылды.

Басылымдар: Жұмыстың негізгі нәтижелері 5 ғылыми еңбекте жарияланды, оның ішінде 3 мақала беделді Scopus халықаралық деректер базасына енген: Biology (71%, SJR 0.815), ES Materials & Manufacturing (98%, SJR 0.621) және International Journal of Design&Nature and Ecodynamics (55%, SJR 0.230). 2 ғылыми тезис конференция материалдарында жарияланды.

Диссертацияның құрылымы: Диссертациялық жұмыс компьютерлік мәтін бойынша 115 беттен тұрады, 26 сурет пен 23 кестені қамтиды. Диссертация кіріспеден, әдеби шолудан, зерттеу нысаны мен әдіс-тәсілдерден, зерттеу нәтижелері мен қорытындылардан, қосымшалардан тұрады. Пайдаланылған ғылыми әдебиеттер тізіміне барлығы 320 атау енгізілген.

Қорытынды:

1. Бастапқы материалдардың физика-химиялық сипаттамасы бойынша анықталғандай, Ақсу ЖЭС-ның ұшпа күлі (ҰК) негізгі компоненттер ретінде SiO_2 – 59,74% және Al_2O_3 – 27,44% құрайды. Оның бөлшектерінің өлшемдері: d10 – 4,3 мкм, d50 – 31,5 мкм, d90 – 86,0 мкм. Қоңыр көмірден бөлініп алынған гумин қышқылы 75,1%-ды құрады және құрамында функционалды топтар (C=O, C-O, COOH және т.б.) бар екенін ИҚ-спектроскопия арқылы дәлелденді. Бұл қасиеттер олардың топырақтың композитті қоспасын жасауға жарамды екендігін көрсетеді.

2. Павлодар облысындағы Екібастұз көмір кен орнының көмірмен ластанған аймақтарында өсетін өсімдіктердің ризосферасынан *Pseudomonas koreensis* Pas1 және *Achromobacter* sp. Jps2 атты ризобактериялар бөлініп алынып, анықталды. Бұл бактериялар азотты бекіту және фосфорды еріту қабілетіне ие, сондықтан оларды топыраққа арналған биофункционалды компонент ретінде пайдалануға болады.

3. Ұшпа күл мен гумин қышқылы негізінде композитті топырақ қоспасы алынды. Оның физика-химиялық қасиеттері жан-жақты зерттелді: элементтік құрамы, рентгенқұрылымдық талдауысканерлеуші электронды микроскопия. Фрейндлих изотермалары бойынша жүргізілген сорбциялық зерттеулер гумин қышқылдарына жоғары аффинділікті көрсетті, бұл оны сорбциялық және құрылымдық компонент ретінде тиімді пайдалануға болатынын дәлелдейді.

4. Композитті қоспа (К-Г: ұшпа күл + гумин қышқылы, салмақ бойынша1 г/кг) құрғақ түрінде және ризобактериялар суспензия түрінде (1×10^8 КОЕ/кг, 1:50 w/w) бірге енгізілген кезде топырақтың физика-химиялық қасиеттерін жақсартуға септігін тигізді. Ылғал ұстау қабілеті 45,3%-дан 54,2%-ға дейін артты, су өткізгіштік $1,93\times10^{-5}$ см/с-тан $3,35\times10^{-5}$ см/с-қа дейін өсті. P_2O_5 мөлшері 10%-ға, ал K_2O – 23%-ға артты. Дегидрогеназа бойынша ферментативті белсенділік 16,2-ден 28,1 мкг TPF $г^{-1}\cdot тәу^{-1}$ дейін, ал полифенолоксидаза бойынша 32,3-тен 38,9 мг пурпурогаллин $г^{-1}\cdot 2$ $сағ^{-1}$ дейін артты.

5. Композит пен ризобактерияларды қолдану картоптың өсуіне және өнімділігіне оң әсер етті. Қолдану нұсқасына байланысты өсімдіктің биіктігі орта есеппен 18,35%-ға артты. Композитті енгізу түйнектердің жалпы массасын орта есеппен 8,16%-ға көбейтті. Сонымен қатар, көмір негізіндегі мелиоранттар түйнектердің сапалық көрсеткіштерін жақсартуға сеп болды: крахмал мөлшері 16,55±0,01%-дан 16,65±0,01%-ға дейін, ал С дәрумені – 13,75±0,01%-дан 16,25±0,01%-ға дейін артты. Топырақ өңдеуі картоптың морфофизиологиялық үдерістерін белсендіру арқылы фенологиялық көрсеткіштерін жақсартты, бұл өз кезегінде өнімділіктің артуына алып келді.