

6D060800 – Экология мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Курганбеков Жангелди Нурумбетовичтың «Түркістан облысы аймағында көкөністерді өсіруде топырақ-өсімдік жүйесіндегі ауыр металдардың миграциялануын және трансформациялануын зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысының

## АҢДАТПАСЫ

**Тақырыптың өзектілігі.** Ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасы мен экологиялық қауіпсіздігі – қазіргі заманғы маңызды мәселелердің бірі. Топырақтың ауыр металдармен ластануы азық-түлік қауіпсіздігіне және қоршаған орта тұрақтылығына елеулі қауіп төндіреді. Түркістан облысы – Қазақстандағы ауыл шаруашылығы қарқынды дамыған өңірлердің бірі, мұнда көкөніс дақылдарын өсіру кеңінен таралған. Алайда, антропогендік әсерлер мен табиғи факторлардың нәтижесінде топырақта ауыр металдардың жиналуы мен олардың өсімдіктерге миграциясы жүреді. Бұл азық-түлік өнімдерінің сапасын төмендетіп қана қоймай, адам денсаулығына да елеулі қауіп төндіреді. Сондықтан, Түркістан облысы жағдайында топырақ-өсімдік жүйесіндегі ауыр металдардың таралу заңдылықтарын зерттеу және олардың ауыл шаруашылығы өнімдеріне әсерін бағалау өзекті ғылыми мәселе болып табылады.

**Зерттеудің мақсаты** – Түркістан облысы автокөлік тас жолдарының маңында және халық шаруашылығына маңызды нысандарға жақын өсірілетін ауыл шаруашылығы өсімдіктерінде ауыр металдардың жиналуы мен олардың таралу процестерін зерттеу, өсірілетін ауылшаруашылық өнімдерінің экологиялық сапа көрсеткіштерін анықтау.

### **Зерттеу міндеттері:**

- Түркістан облысы ауылшаруашылық алқаптарындағы «Топырақ – өсімдік» жүйесіндегі жалпы химиялық элементтердің трансформациялануы мен миграциясын зерттеу;
- Облыс аймағындағы магистральды жолдардың бойында ауыр металдардың жиналу және таралу заңдылықтарын айқындау;
- Өсімдік дақылдары мен тұқымдарындағы ауыр металдардың таралуын биотестілеу;
- Зертханалық жағдайларда өсімдіктердің ауыр металдарды жұтуына фосфорлы тыңайтқыштардың әсерін анықтау;
- Ауылшаруашылық жағдайларда топырақтағы ауыр металдар мөлшеріне байланысты құрғақ массаның жиналу динамикасын және картоптың өнімділігін анықтау;
- Топырақ пен ауыл шаруашылығы дақылдарындағы ауыр металдардың трансформациялануын анықтау;
- Мыс иондарын сіңірудің тәжірибелік зерттеу жұмыстарын математикалық моделін жасау.

### **Зерттеу нысаны мен әдістері.**

Қазақстанның Оңтүстік өңірінің ауылшаруашылық алқаптарындағы «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі ауыр металдар, зерттеу нысаны болып табылады.

Зерттеу сынамалары ретінде «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі ауыр металдардың миграциялану үрдісі, өсімдіктер өнімділігінің ауыр металдардың шоғырына тәуелділігі.

Әдістемелік база ретінде «топырақ-өсімдік» жүйесінде миграцияланған ауыр металдардың мазмұнын биотестілеу жолымен зерттеу әдістері қабылданды.

### **Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар:**

- Қазақстанның Оңтүстік өңіріндегі ауылшаруашылық егістік алқаптарының «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі ауыр металл элементтерінің трансформациялануы мен миграциялану ерекшеліктері;

- аймақтағы негізгі автокөлік тас жолдарына жақын алқаптардың ауыр металдармен ластану деңгейлері, олардың жинақталуы мен таралу заңдылықтары;

- ауылшаруашылық өсімдік дақылдарындағы, олардың тұқымдарындағы ауыр металдарды биотестілеу нәтижелерінің көрсеткіштері;

- зертханалық шарттарда түрлі өсімдіктердің ауыр металдарды сіңіру көрсеткіштеріне фосфорлы тыңайтқыштардың ықпал ету қасиеттері;

- топырақ құрамындағы ауыр металдардың мөлшеріне тәуелді құрғақ массаның жинақталу және өнімділіктің өзгеру динамикасы;

- топырақ пен ауылшаруашылық дақылдарындағы ауыр металдардың трансформациялану көрсеткіштері.

### **Зерттеудің негізгі нәтижелері:**

$\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CdCl}_2$  және  $\text{ZnSO}_4$  ауыр металдарының өсімдіктің тіршілік қабілеттілігіне әсерін зерттеу мақсатында сынақ нысандары ретінде қиярдың, қызанақтың және тәтті бұрыштың (бұрыштың) тұқымдары пайдаланылды, өсімдік тұқымының зертханалық жағдайда өнуі,  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л концентрациядағы тұзды ерітінділердің өсу энергиясы, өсімдік сабағы мен тамырының ұзындығы, биомассаның жер үстінде және жер астында жинақталуы ауыр металдар концентрациясының төмендеуімен кері байланысты көрсетті.

Көкөніс дақылдарын (қызанақ, қияр, тәтті бұрыш) өсірудің 7-ші күнінде ауыр металдардың концентрациясы төмендеген сайын тіршілік қабілетінің жоғарылайтыны анықталды. Бұрыштың сабағы мен тамырының өсуі  $\text{ZnSO}_4$  және  $\text{CdCl}_2$   $10^{-5}$  концентрациясында, ал қызанақтың сабағы –  $\text{CdCl}_2$   $10^{-5}$  концентрациясында жылдамдайтыны анықталды.

Өсімдіктер мен оның органдарының өсуін сипаттайтын маңызды көрсеткіш – тамыр мен сабықтарында биомассаның жиналуы болып табылады. Қызанақта  $\text{ZnSO}_4$  және  $\text{CdCl}_2$  концентрациясы тамырында  $10^{-3}$  бастап сабақтарында  $10^{-5}$  дейін өседі,  $\text{CuSO}_4$  сабақтарында жинақталады. Бұрыш биомассасының жинақталуы  $\text{CuSO}_4$   $10^{-3,4}$ , сабағында  $10^{-5}$ ,  $\text{ZnSO}_4$  -

$10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  тең жағдайда,  $10^{-5}$  сабағына көшеді,  $\text{CdCl}_2$   $10^{-3}$ - $10^{-5}$  тамырдан сабаққа көшеді, қиярда  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  тамырдан сабағына көшеді.

Мақтаарал ауданында орналасқан 20 бақша телімдеріндегі іріктелген дақылдарға жүгізілген зерттеу нәтижелері әр түрлі тұқымдастарға жататын өсімдіктер ауыр металдарды жинау қабілеті бойынша ерекшеленетіндерін көрсетті.

Жемістер мен көкөністердің ауыр металдарды сіңіру қабілетіне сәйкес бойында салыстырмалы түрде көбірек жиналатын элементтер: қауын, шабдалы, қарбыз, алмада – Zn және Cu; құлпынайда – Cu, Ni; жүзім үшін – Pb, Cu. ШРК > Zn, Cd, ШРК < Cu қарбызда, Со – шабдалыда, Ni – құлпынайда, Pb – жүзімде, құлпынайда және алмада. Көкөністер мен жеміс ағаштары (беттік) Zn және Cu ауыр металдарының концентрациясын жақсы сіңіреді. Олардың Zn бойынша белсенділік қатары – қияр > қызанақ > брокколи > орамжапырақ. Cu бойынша белсенділік қатары – қияр > жасыл бұрыш > қызанақ > брокколи > орамжапырақ. Басқа ауыр металдардың концентрациясы ШРК ұқсас. Көкөністер мен жемістер Zn және Cu жақсы сіңіреді. Pb – қызылша және картопта, Со – картопта, Ni – пиязда, картопта, қызылшада көп сіңіріледі.

Автокөлік жолдарының бойындағы ауыр металдардың жиналуы мен таралу заңдылықтары қаралып, өсімдік жамылғысы мен топырақтың үлгілерін 2, 5, 10, 150, 200, 300 метр алшақтықта, 0-25 см қабатта зерттелді. Антропогендік жүктеменің деңгейіне байланысты ауыр металдардың топырақпен өсімдіктердегі Кс - биологиялық жинақталу коэффициентінің өзгеруінің нақты заңдылығы жоқ, бірақ Кс есептеу арқылы шаруашылық алқыштар мен өсімдіктердің қауіптілік деңгейлері болжанды. Атмосферадан адсорбцияланған формадағы қосылыстар өсімдіктердің жер үсті бөліктерінде ауыр металдардың жиналуында маңызды рөл атқара алады.

Ауыр металл тұздарының концентрациясының топырақ микроағзаларына әсері бойынша жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде олардың топыраққа концентрациялануына байланысты бактериялар санының азаю тенденциясы анықталды. Ауыр металл тұздарының жоғары концентрациясы ( $10^{-3}$ ) топырақтағы микрофлораны басып тастайды, төмен концентрациялар микрофлораға әсер еткен жоқ және ынталандырушы әсер көрсетпеді;

Зертханалық тәжірибелердің нәтижелері бойынша, ақжелкен өсімдігінің өсіп, дамуына топыраққа фосфор тыңайтқыштарын енгізу айтарлықтай әсер етеді. Қозғалмалы формадағы микроэлементтің мардымсыз мөлшеріне қарамастан, ақжелкен топырақтағы фосфор концентрациясының артуына өте сезімтал. Өсімдіктің массасы фосфор тыңайтқыштарының дозасына пропорционалды түрде артты.

Қияр түйнегі мен қияр сабақтарындағы ауыр металдардың мөлшеріне көң мөлшерінің (ұсақ мал, ірі қара малы, құс) әсері, мг/кг (2019-2020 жж). Көң мөлшері көбейген сайын (үш есе), ұсақ малдың көңінде Zn, ал барлық көңде Pb байқалмады.

Алқаптық жағдайларда топырақтағы ауыр металдардың мөлшеріне байланысты құрғақ массаның жиналу динамикасын және картоп өнімділігін анықтау кезінде қорғасынмен ластанған топырақ картоп түйіндеріне әсер етпейтіні анықталды. Қорғасынның әсерінен Zn мөлшері арта түсті. Тамыр жемістеріндегі Pb мөлшері мырыштың әсерінен артып отырды. Тіпті Zn ең аз мөлшерімен ластанған жағдайда алынған тамыржемістілер ШМК тура келеді;

Әк картоп түйнектеріндегі және қабығындағы ауыр металдардың мөлшеріне келесідей әсер етті: түйнектегі Zn мөлшері 18%-ға азайды, бірақ қабығындағы мөлшері өзгермеді; түйнектегі қорғасынның мөлшері 13%-ға артты, ал сабағындағы қорғасын мөлшері 25%-ға төмендеді; мыстың мөлшері ізі жоқ нұсқадағыдай болып қалды. Тәжірибенің барысында ауыр металдар индикатор қосылмаған ауыр металдар санына жинақталмады.

Өсімдіктер мен қызанақтағы ауыр металдардың орташа мөлшерінің топырақтағы орташа мөлшеріне қатынасы ретінде биоаккумуляцияны (биоаккумуляция коэффициентін) есептеу арқылы Арыс ауданы бойынша Ақдала, Дермене, Арыс қаласының төңірегі, ал Созақ ауданы бойынша Созақ шекарасындағы жолдардың маңы, Жартытөбе, Шолаққорған, Таукент аймақтарынан қызанақ алқабы алынды. Қауіптілік деңгейін ауыр металдардың топырақпен өсімдіктерге қатысты биоаккумуляциясын есептеу арқылы анықталды.

#### **Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу:**

Ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелерінен алынған маңызды жаңалығы Оңтүстік Қазақстан облысының нақты жағдайында халықтың денсаулығына экологиялық қауіпті бағалау әдістемесін әзірлеуге және бейімдеуге бағытталған.

- Түркістан облысының әртүрлі аймақтарындағы көкөніс дақылдарында ауыр металдардың жиналу деңгейі алғаш рет кешенді зерттелді;

- Ауыр металдардың топырақ-өсімдік жүйесіндегі трансформациясы мен миграциялануына әсер ететін негізгі факторлар сараланды;

- Ауыр металдардың көкөніс дақылдарына түсу жолдары мен олардың адам ағзасына тигізетін ықтимал қауіптері жүйелі түрде қарастырылды;

- Климаты ерекше, аңызак желді Созақ ауданының шекарасынан бастап жол торабы мен Жартытөбе, Шолаққорған және Таукент елдімекендеріне қарасты топырақ құрамындағы ауыр металдардың жыл мерзімдері мен климаттық өзгерістеріне қарай миграциялану қасиеттері зерттеліп, олардың сандық және сапалық көрсеткіштері анықталды.

-Көкөніспен жеміс-жидек отаны, күн энергиясын мольнан қабылдайтын Мақтарал ауданында орналасқан 20 бау-бақша учаскесінде таңдалған дақылдармен жүргізілген зерттеулеріміз әртүрлі туыстастыққа жататын өсімдіктердің ауыр металдарды жинақтау қабілеттерінің ерекшеліктері анықталды.

-Оңтүстік Қазақстан Түркістан облысының Шымкент – Сарыағаш - Мақтарал магистралінің бойындағы ауылшаруашылық алқаптарындағы (егістік алқап, бау-бақша, көкөніс жылыжайлары, магистрал бойынан бірте-бірте алшақтау егістік нысандары) «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі ауыр металдардың жиналу және таралу мүмкіндіктері зерттеліп, топырақтағы және ауыл шаруашылығы өнімдеріндегі ауыр металдардың трансформациялануы анықталды. Бұл ауылшаруашылық және экология мамандары үшін қоршаған ортаның сапасын жақсарту және экологиялық факторлардың халық денсаулығына кері әсерін болдырмау мәселелерімен айналысатын мамандардың қызметінде кеңінен қолдануға болады.

- 2050 жылға дейінгі елдің даму стратегиясының басымдық қағидаттарының бірін іске асыру ретінде Оңтүстік Қазақстан облысының тұрғындарының жағдайын жақсартудың нақты мақсаттарына қол жеткізуде экологиялық факторлардың әсерінен халықтың денсаулығы мен әлеуметтік жағдайына келтіретін экологиялық қауіптерді азайту жөніндегі ұсыныстарды пайдалануға болады.

- Түркістан облысы ауылшаруашылық алқаптарындағы «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі жалпы химиялық элементтердің миграциясы мен трансформациялануын зерттеу арқылы топырақ жамылғысының деградацияға ұшырау себептерін айқындау арқылы, топырақтың құнарсыздануына жол бермеу мүмкіндіктері қарастырылып шаруашылық қожалықтарына ұсыныстар айтылды.

- Өсімдік дақылдары мен тұқымдарындағы ауыр металдар биотестіленіп, олардың өсімдікке, яғни өнім сапасы мен олардың мөлшерлік көрсеткішіне әсері анықталды.

- Зертханалық жағдайларда өсімдіктердің ауыр металдарды жұтуына әртүрлі тыңайтқыштардың әсері анықталды.

- Ауылшаруашылық жағдайларда топырақтағы ауыр металдар мөлшеріне байланысты құрғақ массаның жиналу динамикасын және ауылшаруашылық өнімдерінің өнімділігі анықталды.

- Топырақ пен ауыл шаруашылығы дақылдарындағы ауыр металдардың трансформациялануы анықталды;

- Ауыр металдардың топырақ пен өсімдікке Кс – биологиялық жиналу коэффициентін есептеу арқылы шаруашылық алқаптардың қауіптілік деңгейіне болжам жасалды.

- Мыс иондарын сіңірудің тәжірибелік зерттеу жұмыстарын математикалық модельдеу жасау.

- Экологиялық проблемалы жерлердің топырақ жамылғысындағы өзгерісті, климаттық жағдайлар мен уақыт мерзімдеріндегі топырақтың өзгерістерін үнемі бақылауда ұстау арқылы, жалпы өсімдіктердің ауыр металдарға және климаттық жағдайларға төзімділік қасиеттерін зерттеу мәселелері диссертациялық жұмыстың негізгі құрылымын құрады.

-Зерттеу нәтижелері математикалық өңделіп және экономикалық тиімділігі есептелді. Диссертациялық жұмыста қарастырылған Қазақстанның

оңтүстік өңірі бойынша агроландшафтардағы топырақ құрамы, оның егістік алқаптардағы элементтердің таралуы мен миграциялану қасиеттерінің маңыздылығы, ғылыми тұрғыда терең зерттеліп, оның ластану деңгейі мен өнім алу сапасының көрсеткіштерінің практикалық маңыздылығын негіздеуге болады.

### **Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы.**

Түркістан облысы өңірінің шаруашылық алқаптарының өсімдіктерінде және топырақ құрамында химиялық элементтердің сандық және сапалық көрсеткіштері тұрғысынан ғылыми зерттелген экологиялық таза өнімнің сапасы туралы маңызды ақпарат жоқ. Диссертация жазу барысында Қазақстанның оңтүстік өңірінің ауыл шаруашылығы алқаптарындағы топырақтың құрамы, оның қаралатын алқаптардағы элементтердің жинақталуы мен көші-қон қасиеттерінің маңыздылығы ғылыми тұрғыдан терең зерттелген, ал топырақтың ауыр металдармен ластану деңгейі мен алынған өнім сапасының көрсеткіштерінің іс жүзіндегі маңызы зор.

### **Диссертацияның ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі.**

Диссертациялық жұмыс КЕАҚ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес, ҒЗЖ Б-11-04-07 «Транспорттағы және өндірістегі жаңа экологиялық қауіпсіз технологиялар және мониторинг» және 2025 жылға дейін арналған ғылыми-зерттеу жұмыстары МБ-16-04-08: Қазақстанның оңтүстік өңірінің тұрақты дамуы және жасыл технологиялары тақырыптарымен байланысты.

### **Докторанттың әрбір басылымды дайындауға қосқан жеке үлесі.**

Диссертацияның негізгі ережелері, нәтижелері, қорытындылары мен түйіндері 17 баспа жұмыстарында баяндалған, 2 мақала халықаралық Scopus мәліметтер базасына енгізілген журналда, 2 мақала ҚР Ғылым және жоғары білім саласындағы бақылау комитетінің тізбесіне енетін басылымда, 13 мақала халықаралық конференциялар басылымдарында жарияланған ғылыми мақалалар жарияланған.

1. Journal of Environmental Accounting and Management журналында «Accumulation of Heavy Metals in Soil and Cultivated Crops» мақаласында шолуды дайындау және деректерді талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

2. Polish Journal of Environmental Studies журналында «Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals: A Case of Turkistan Region» мақаласында шолуды дайындау және деректерді талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

3. Известия НАН РК. Серия химии и технологии журналында «Биотестирование тяжелых металлов в овощных культурах» мақаласында шолуды дайындау және деректерді талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

4. Известия НАН РК. Серия химии и технологии журналында «Накопление и распределение тяжелых металлов в системе «почва–растение»

мақаласында шолуды дайындау және деректерді талдау, нәтижелерді алу және өңдеу жүргізді.

Автордың әр жарияланымды дайындауға қосқан үлесі диссертацияда келтірілген.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.**

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, алты тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 189 бетте, сонымен қатар 16 бет қосымшада, 51 кесте, 54 сурет баяндалған. Сілтеме жасалған пайдаланылған әдебиеттер тізімі 212 әдебиетті құрайды.