

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

ӘОЖ 502.521(378.245)

Қолжазба құқығында

БАЙБОТАЕВА АЙГУЛЬ ДИХАНБАЕВНА

Шымкент қаласының топырақты жерлерін техногенді ауыр металды (As, Pb, Cd) элементтерімен ластануын биоиндикациялау және биоремедияциялау технологиясын жасақтау

6D073100 – Тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау мамандығы бойынша

Диссертация
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін
алуға арналған

Ғылыми жетекшісі:
т.ғ.к., доцент
Кенжалиева Гүлмира Дуйсенбаевна

Ғылыми кеңесшісі:
а-ш.ғ.д., профессор
Босак Виктор Николаевич

Қазақстан Республикасы
Шымкент, 2022

МАЗМҰНЫ

	НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
	АНЫҚТАМАЛАР.....	6
	ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН БЕЛГІЛЕР.....	8
	КІРІСПЕ.....	9
1	ТОПЫРАҚТЫҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫМЕН ЛАСТАНУЫ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	17
1.1	Ауыр металдармен ластанған топырақ қабатын фиторемидациялау.....	19
1.2	Техногендік ластанған топырақ қабатын вермерекультивациялау.....	21
1.3	Ауыр металл иондарының топыраққа түсу жолдары.....	25
1.4	Минералды тыңайтқыштармен топырақ қабатына ауыр металдардың таралуы.....	27
1.5	Ауыр металдардың топыраққа өнеркәсіп қалдықтары арқылы түсуі.....	29
1.6	Ауыр металдардың адам денсаулығына кері әсері.....	32
1.7	Биоиндикация түсінігі мен түрлері.....	33
1.7.1	Биоиндикаторлар.....	34
1.7.2	Әр түрлі ортадағы биоиндикация.....	39
2	ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ ӘДІСТЕРІ МЕН НЫСАНДАРЫ.....	42
2.1	Зерттеу нысаны.....	43
2.2	Топырақ сынамаларын сұрыптау әдістері.....	46
2.3	Топырақ құрамындағы ауыр металдарды анықтау әдістемесі.....	47
2.4	Топырақты биоиндикациялау және биотестілеу әдістері.....	49
3	ТӘЖІРИБЕЛІК НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ.....	51
3.1	Ащысай қалдық сақтау орнындағы жауын құрттарының түрлік құрамын таксономиялық зерттеу.....	51
3.2	Шымкент қаласының топырақты жерлерінің ауыр металдармен ластануын индикациялау.....	61
4	ВЕРМИКУЛЬТУРАНЫҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНЫҢ ТҮРЛІ ШОҒЫРЫНА ТӘУЕЛДІЛІГІ....	70
4.1	Топырақтың түрлі реагенттермен ластануына жауын құрттарының реакциясы.....	71
4.2	Вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі шоғырына төзімділігін анықтау.....	72
4.3	Ауыр металл иондары бар тығыз қалдықтарды биоремедияциялау арқылы қалпына келтіру.....	76

4.4	Жауын құрттарының техногенді ластанған топырақтағы ауыр металл иондарының азаюына ықпалы.....	79
5	ТЕХНОГЕНДІ ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ЛЮМБРИКОФАУНАНЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ТҮЗУ.....	85
6	ТОПЫРАҚ ҚАБАТЫН ТАЗАЛАУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІ КӨРСЕТКІШТЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	92
6.1	Тиімді дәлдік көрсеткіштерін математикалық модельдеу жолымен анықтау.....	92
6.2	Тәртіптік көрсеткіштер аясында орналасқан оптимумды анықтау.....	92
6.3	Топырақты тазалау әсерін зерттеудің тиімді көрсеткіш тәртіптері.....	97
6.4	Математикалық үлгілер негізінде тазалау үрдісінің қолайлы тәртіптерін анықтау.....	100
6.5	Техногенді жолмен топырақтың ластауының жылдық экологиялық-экономикалық есептемесі.....	100
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	102
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	105
	ҚОСЫМШАЛАР.....	114

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей стандарттар мен нормативті құжаттар қолданылды:

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы Өзгерістер мен толықтырулармен, 30.05.2020 ж.

«Жоғары оқу орнынан кейінгі білім – магистратура. Негізгі ережелер» ҚР №895 қаулысымен, 27.12.2018 ж.

Диссертация және авторефератты рәсімдеу нұсқауы ҚР БҒМ. Жоғары аттестациялық комитет, Алматы, 2020 ж.

Жоғары оқу орнындарындағы білім алушылардың үлгерімін ағымдағы бақылау, аралық, қорытынды аттестаттаудың үлгі ережелері. ҚР БҒМ 16.03.2011ж. №94 бұйрығы

ҚР Еңбек және әлеуметтік қорғау министрлігінің 30.06.2004 жылы бекітілген РБ №38 қаулысы

«Еңбек қауіпсіздігі стандарттар жүйесі, қауіпсіздіктің сигналдық түстері мен белгілері» 12.4.026 МЕСТ

Қазақстан Республикасының "Экологиялық кодексі". Қазақстан Республикасы Президентінің 2007 жылдың 9 қаңтарындағы № 212-III ЗҚР Жарлығымен бекітілген;

Әсер етуді салыстырмалы бағалауды жүргізу жөніндегі басшылық (Шелл компаниясының ішкі құжаты, ЕР 95-0378, желтоқсан 2002 ж);

Қазақстан Республикасының «Жануарлар дүниесін қорғау, өсімін молайту және пайдалану» туралы Заңы (№548 – IV өзгертулермен және толықтырулармен 2012 ж.);

Қазақстан Республикасының «Экологиялық сараптама туралы» Заңы 18 наурыз 1997 ж.//Егемен Қазақстан. 21.03.1997 ж.

Қазақстан Республикасы (ҚР Үкіметінің 2001жылғы 28.02.№297; 2001 жылғы 28.12. №1747; 2002 жылғы 02.08.№861; 2004 жылғы 07.12. №1281 қаулыларына сәйкес өзгерістер енгізілген) Үкіметінің 2007 жылғы 02.06. №452 қаулысымен бекітілген, білім беру қызметін лицензиялау ережесі;

Стокгольм конференциясының БҰҰ декларациясы, 1972 жыл, 2 тарау, 2 принцип.

Қазақстан Республикасының 27 қаңтар 1996 жылғы «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы» (2009 жылдың 17 шілдесіндегі өзгертулер мен толықтырулар бойынша) Заңы

МЕМСТ 17.4.4.02 – 2017 «Табиғатты қорғау. Топырақ. Химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдауға арналған сынамаларды іріктеу және дайындау әдістері.

МЕМСТ 24104 – 2001 - Зертханалық таразылар. Жалпы техникалық шарттар.

МЕМСТ 19596 – 87 - Күректер. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 23707 – 95 - Топырақты өңдеуге арналған майда құрылғылар. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 19126 – 2007 - Металды медицина құралдары. Жалпы техникалық шарттары.

МЕМСТ 892 – 89 - Қалқа қағазы. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 17.4.3.01 – 2017 - Табиғатты қорғау. Топырақтар. Топырақты іріктеуге арналған жалпы талаптар.

МЕМСТ 5180 – 2015 - Топырақ. Физикалық сипаттамаларды анықтаудың зертханалық әдістері.

МЕМСТ 3584 – 73 - Төртбұрышты ұяшықтарды басқаруы және жоғары дәлдігі бар торлар тоқылған сым. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 28168-89 - Топырақ. Үлгіні таңдау.

АНЫҚТАМАЛАР

Диссертациялық жұмыста келесідей анықтамалар мен терминдер қолданылды:

Ауыр металдар - тығыздығы темірдің тығыздығынан ($7,874 \text{ г/см}^3$) артық болатын түсті металдар тобы. Олар - мырыш, қорғасын, қалайы, марганец, висмут, мыс, сынап, сүрме, никель, кадмий;

Қоршаған ортаны қорғау - қоршаған ортаның табиғи жағдайын жақсарту, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, табиғи байлықтарды сақтау және көркейту негізінде табиғат пен қоғамның өзара үйлесімді әрекетін қамтамасыз етуге бағытталған мемлекеттік және қоғамдық іс шаралар жүйесі;

Биогумус - буылтық құрттардың органикалық заттарды жеуі арқылы түзілетін құнды тыңайтқыш;

Биоиндикация - қоршаған орта жағдайын тірі объектілер арқылы бағалау;

Биоремедиация - метаболикалық потенциалды биологиялық нысандарды, яғни өсімдіктер, саңырауқұлақтар, жәндіктер, құрттар және т.б ағзаларды пайдалана отырып топырақ, су, атмосфераны тазалау әдісі;

Биоиндикатор - орта жағдайын бағалау үшін қолданатын биологиялық нысандар (жасушалар мен биологиялық макромолекулалардан бастап экожүйе мен биосфераға дейін);

Биосфера - адамның өмір сүретін және оның түрлі компонентінің адамдардың денсаулығы мен сәттілігіне әсер ететін орта;

Вермикультура - органикалық субстраттағы компостты құрттар;

Деградация (лат. degradatio – біртіндеп нашарлау, құлдырау) - біртіндеп жағымды қасиеттердің нашарлауы, төмендеуі немесе жойылуы, құлдырау, жойылу;

Зиянды заттар – 1) адам ағзасымен жанасуы нәтижесінде өндірістік жарақаттануға әкелетін, кәсіптік ауруларды немесе адам денсаулығында қандай да бір ауытқуларды туғыза алатын химиялық қосылыстар; әдетте, мұндай заттардың тізімін құзырлы мемлекеттік арнаулы мекеме бекітеді; 2) ағзаның өсуіне, дамуына немесе денсаулығына нұқсан келтіретін химиялық заттар. Бұлардың зиянды әсері бірден білінбейді, кейде мұндай ауытқулар ата-анасында байқалмағанымен, келесі ұрпақтарда білінеді;

Қалдықтар - табиғи шикізатты өңдеу нәтижесінде пайда болатын өндірістік жарамсыз қалдық қоқыстар;

Ластаушы - қоршаған ортаға әсер ету мөлшері табиғи деңгейден жоғары субъектілер (физикалық агент, химиялық зат, биологиялық түр);

Индикат - орта факторын немесе қасиетін анықтайтын, ал индикатор – орта қасиетін анықтайтын өсімдік түрін атайды;

Минералды тыңайтқыштар - құрамында өсімдікке қажет макро және микро элементтері бар бейорганикалық заттар. Минералды тыңайтқыштар топырақтың құнарлылығы мен ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімі мен сапасын арттыру үшін қолданылады;

Органикалық тыңайтқыштар - жануарлар мен өсімдіктер қалдықтарының органикалық қосылыстары түрінде кездесетін қоректік заттар;

Пестицидтер (лат. *pesfo* -жұқпалы ауру, *cido*-өлтіремін) - өсімдік зиянкестері мен ауруларына, арамшөптерге, мақта, жүн, теріден жасалған бұйым зиянкестеріне, жануарлар эконопаразиттеріне, адам мен жануарларға ауру тарататын ағзаларға қарсы қолданылатын химиялық заттар;

Топырақ - су, ауа, жылу, өсімдік және тірі ағзалардың әсерінен, тау жыныстардың үгілу нәтижесінде жер қыртысының беткі қабатында пайда болған ерекше табиғи құрылым;

Топырақ эрозиясы - топырақтың беткі ұнтақталған құнарлы қабатының жел күшімен немесе су ағынының шаюы салдарынан құнарының азайуы;

Механикалық ластаушылар - шаң, қоқыс. Олар органикалық отынды жаққанда және құрылыс материалдарын дайындау процестері кезінде пайда болады;

Химиялық ластаушылар - экожүйедегі концентрациясы нормадан жоғары немесе басқа жақтан енген заттар;

Физикалық ластаушылар - биосфераға техногендік себептерден түсетін энергияның артық көздері;

Фитоиндикация - орта сапасын бағалау үшін өсімдіктерді пайдалану;

Биологиялық ластаушылар - экожүйеде бұрын болмаған немесе мөлшері қалыпты жағдайдан аспаған ағзалар түрлері;

Шекті мөлшерлі деңгей (ШМД) - ағзаға әсері (жеке фактор өзі немесе басқа факторлармен бірге), ағзаға немесе оның ұрпағында биологиялық өзгерістерге, әртүрлі аурулар мен психологиялық өзгерістерге (интеллектуалдық және эмоционалдық қабілетінің төмендеуі, ақыл-ой жұмысының қабілеті) алып келмейтін жағымсыз фактордың жоғарғы мәні;

Шектелген рауалы төгінді - бақылау бекетіндегі судың сапасын қамтамасыз ету мақсатында белгілі су объектісі пунктінде, кесімді уақыт ішінде, бекітілген режим бойынша барынша жоғары рауалы жіберілімді ағынды судағы заттек массасы;

Экологиялық жүйе, экожүйе - тірі ағзалар жиынтығының қоректену, өсу және ұрпақ беру мақсатында белгілі бір тіршілік ету кеңістігін бірлесе пайдалануының тарихи қалыптасқан жүйесі.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей белгілеулер мен қысқартылған сөздер қолданылды:

ҚТҚ - Қатты тұрмыстық қалдықтар

см – сантиметр

ШМШ - Шекті мүмкін шоғыры

АҚ - Акционерлік қоғам

ҚО - Қоршаған орта

ҚР - Қазақстан Республикасы

ҚТП - Қалыпты топырақ процесі

ЖЭО - жылу электр орталығы;

млн - миллион;

ББЗ – биологиялық белсенді заттар

АДФ - аденозиндифосфор;

АМФ - аденозинмонофосфор;

ҚТҮ - қалыпты топырақ үрдісі;

м/а - мөлтек ауданы;

ТБ - тіршілігі белсенді;

ТӨТ - тіршілік әрекеттері төмен;

U_i - i -ингредиентпен су ресурстарын ластаудан келтірілген зиянды экономикалық бағалау/теңге/;

$C_{\text{нақты}}^i$ - ағынды сулардағы i -ластаушы заттың нақты концентрациясы, мг/л;

$V_{\text{нақты}}$ - соңғы тексерістен кейінгі уақыт ретінде қабылданатын, бірақ 90 күннен аспайтын кезеңдегі су беру көлемі, млн.куб.м;

$C_{\text{төг}}$ - ағымдағы жылға жергілікті өкілетті органдар бекіткен ластаушы заттар төгіндісінің 1 шартты тоннасы үшін төлем ставкасы, теңге/шартты тонна;

K_1 - экологиялық қауіп коэффициенті, 1-қосымша;

K_2 - экологиялық тәуекел коэффициенті, 2-қосымша.

КІРІСПЕ

Қарастырылып отырған ғылыми мәселенің қазіргі күйін бағалау. Қоршаған табиғи ортаға кез-келген тиісті өндірістік үрдістер барысында, технологиялық кезеңнің түрлі сатыларында, мысалы, қазып алу, тасымалдау, өңдеу, қайта өңдеу және де қоймалау кезеңдерінде ауыр металл иондарының таралуы толық мүмкін. Қалалық ортадағы ластаушы заттардың спектрінде ауыр металдар маңызды орын алады, өйткені олар айтарлықтай физикалық, химиялық және биологиялық деградацияға ұшырамай, топырақтың беткі қабатында жиналады, өсімдіктердің тамырларына сіңіп кетуіне жеткілікті уақыт болып табылады және трофикалық жолдар бойынша көшу процестеріне белсенді қатысады. Өсімдіктерге енген ауыр металдар көптеген биохимиялық және физиологиялық процестерге улы әсер етеді: су режимі, минералды қоректену, тыныс алу, фотосинтез, өсу және т.б. Табиғатқа ең күшті техногендік әсер қоршаған орта мен халық саны ірі өнеркәсіптік қалаларда көрінеді, ластаушы аномалиялардың қарқындылығы мен ауданы бойынша техногендік және биогеохимиялық провинциялар болып табылады [1].

Еліміздің оңтүстік өңірінде, соның ішінде Түркістан облысында өндірістік кәсіпорындардың іске қосылуы күн сайын артып келе жатыр. Шымкент қаласында «Южполиметалл» АҚ маңында құрамында ауыр металдар кездесетін қалдықтар тасталынған. Өнеркәсіптің технологиялық регламентіне сәйкес, әрбір кезеңдік сатылардан кейін ауыр металл иондары және оған жанама, қосымша өнімдердің түрлері бөлінеді. Сондай-ақ, аталған тізбектің технологиялық сатыларында топырақ жамылғысының ауыр металл қосылыстарымен ластану ықтималдылығы өте жоғары. Бүгінгі таңда, облыс бойынша жүздеген гектар көлемдегі аймақтар жоғарыда аталған себептермен ластануда. Мысал ретінде қорғасынды қолданып, оның ағаш өсімдіктеріне енуі – атмосфера немесе топырақ арқылы осы элементтің жинақталу деңгейімен анықталады [2].

Ауыр металл иондарының топырақ жамылғысында ұзақ мерзім бойында сақталуының себебі, олар өте баяу ыдырайтын қосылыстар болып табылуында. Осыған орай, ауыр металдардың иондары топырақ қабатына улы және уытты ықпал ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Ыдырау үрдісінің ұзақ жүруіне байланысты қалыптасқан вермикултураның өзгеруіне алып келеді [3].

Топырақта тіршілік ететін ағзалардың жай-күйін, олардың биотүрлілігін бағалау табиғатты қорғау міндеттерін шешуде маңызды мәнге ие: экологиялық зардапты аймақтарын анықтау, адам іс-әрекеті нәтижесінен келген шығынды есептеу, белгілі бір антропогенді факторлардың әсерінен экожүйе тұрақтылығын анықтау [4].

Түрлі ғылыми әдебиеттерде, шетелдік және отандық ғалымдарымыздың еңбектерінде ауыр металл иондарының әсері тек қана микроағзаларға, өсімдіктерге ғана келтірілген, ал ауыр металл иондарының топырақ мезофаунасына қатысты әсерін зерттеу нәтижелерінің жоқ болуы зерттеу тақырыбын таңдауға негіз бола алады.

Ластанған топырақтарды люмбрикофаунаның көмегімен рекультивациялау нәтижелері мен биоремидациялау, сонымен қатар биоиндикациялау әдістемесі ғылыми жұмысты орындау барысындағы **бастапқы мәліметтер** болып табылады.

Құрамында ауыр металл иондарын мазмұндайтын ластанған топырақ қабаттарын рекультивациялау жолымен залалсыздандырудың мақсаттылығы ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі бола алады.

Зерттеу тақырыбының жоспарланған ғылыми-техникалық деңгейі туралы мәліметтер. Ауыр металл иондарымен ластанған топырақ жамылғысын биоремидациялау және биоиндикациялау технологиясын жасақтау, қоршаған ортаның ластану жағдайын биологиялық объектілер арқылы бағалаудың ғылыми жаңалықтарына, вермикультураның таралу заңдылықтарына, метаболикалық потенциалды биологиялық нысандарды пайдалана отырып топырақ, су, атмосфераны тазалаудың қолданбалы заңдылықтарына, экологиялық жүйенің қалыптасу теориясына негізделген ғылыми жаңалықтардан [5-7] жинақталуы, зерттеу тақырыбының ғылыми-техникалық жоғары деңгейін көрсетеді.

Патенттік іздеінстер туралы мәліметтер. Шетелдік және отандық ғалымдардың еңбектеріне, әдебиет көздеріне, патенттік жарияланымдарына шолу жүргізілді. Патенттік жарияланымдарға жүргізілген ізденіс нәтижесінде анықталған кемшіліктер, ғылыми әдебиет көздері негізінде тұжырымдалған қорытындылар ауыр металдармен ластанған топырақтарды залалсыздандыру әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Ізденіс нәтижелерін салыстырмалы талдау, ұсынылған технологияның топырақ құрамындағы ауыр металл иондарын индикациялаудың сенімділігі мен мөлшерін төмендетудің тиімділігін көрсетті.

Ғылыми зерттеу жұмыстарының метрологиялық қамсыздандырылуы туралы мәліметтер. Диссертациялық жұмыстың негізіне заңнамалық метрологиядағы халықаралық ұйымының ресми терминологиясы қолданылған. Тәжірибелік жұмыстарды жүргізу барысында қолдану кезеңінде мемлекеттік тексерістерден өткен аспаптар мен құрылғылар қолданылды. Тексерістен өткен аспаптар зерттеушілік және инженерлік мақсаттағы дәлдік санаттарын және «Өлшемдер бірегейлігін қамтамасыз ету туралы заңына» сәйкестігін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, тәжірибелерді кешенді талдау әдістері, метрологиялық стандарттар, ғылыми тәжірибелік жұмыстар нәтижелерін математикалық өңдеу әдістері қолданылды. Тәжірибелік зерттеулерде «Өлшемдер бірегейлігін қамтамасыз ету туралы заңына» сәйкес келетін өлшеулерді орындау әдістері қолданылды. Есептік және графикалық тәуелділіктерде СИ жүйесіне сәйкесті өлшем бірліктері қолданылды.

Диссертацияның өзектілігі. Бүгінгі таңда адамзат баласы топырақ жамылғысына айтарлықтай антропогендік әсер етуде. Топырақ қабатына байланысты жағымсыз антропогендік әсерінің бірі, әсіресе урбанизацияланған аймақтарды, қалалық ландшафттарды, өндірістік аймақтарды, жол жағасындағы аймақтарды және т.б. ауыр металдармен ластау [8-15].

Ауыр металдар топырақ қабатына кейбір табиғи құбылыстармен, мысалы минералдардың желденуімен де келіп түседі [16]. Бірақ, ауыр металдардың басым бөлігі қоршаған ортаға түрлі антропогендік әрекеттер нәтижесінде түседі.

Топырақ қабатына келіп түскен ауыр металдар, ондағы жүретін үрдістерге түрлі кері әсерлерін тигізеді. Олар топырақтың органикалық заттарының минералдануын күшейтеді, топырақтағы сіңіру кешенінің жағымсыз өзгерістеріне алып келеді. Ауыр металдармен ластанған топырақтарда көптеген пайдалы микроағзалардың тіршілік жағдайы бұзылады және топырақтың ферментациялық белсенділігі төмендейді. Нәтижесінде, топырақтың деградациялануына және оның өзіндік тазалану қабілетінің жоғалуына алып келеді.

Белсенді ауылшаруашылық әрекеті аймақтарында ауыр металдар атмосферадан және топырақтан өсімдіктерге өтеді, содан кейін – ауылшаруашылық жануарлары мен адам ағзасына өтеді. Көптеген ауыр металдар, тіптен өте аз мөлшерінде иммуналдық, онкологиялық және басқа да ауруларың түрін қоздыруы мүмкін [17-20]. Ауыр металдармен ластанған қоршаған табиғи ортаның жағымсыз салдары, бүгінгі таңда биосфера үшін айқын қауіп төндіруде.

Топырақтағы ауыр металдар мазмұнын мөлшерлеу айтарлықтай дәрежедегі өзекті мәселе болып табылады. Мұның шешімінің негізінде топырақтың полифункционалдылығы болу міндетті. Мөлшерлеу үрдісінде топырақ жан-жақты қарастырылуы мүмкін: шынайы табиғи дене ретінде, өсімдіктер, жануарлар мен микроағзалар үшін субстрат және мекендеу ортасы ретінде, ауылшаруашылық және өндірістік кәсіпорындар үшін негізгі құрал ретінде, патогенді микроағзалардан тұратын табиғи резервуар ретінде. Топырақтағы ауыр металдарды нормалауды топырақтық-экологиялық принциптер негізінде жүргізу қажет, олар барлық топырақтар үшін бірегей өлшемін табу мүмкіндігін растамайды.

Ауыр металдармен ластанған топырақты тазарту мәселесін негізгі екі жолын қарастыруға болады. Біріншісі, топырақты ауыр металдардан тазартуға бағытталған. Санация шаю әдісімен, өсімдіктердің көмегімен ауыр металдарды топырақтан аластату жолымен, топырақтың беткі ластанған қабатын аластату және т.б. жолымен жүзеге асырылады. Екінші жолы, ауыр металдарды топырақта бекітуге, яғни оларды суда ерімейтін және тірі ағзалар үшін қол жетімсіз формаға өткізуге негізделген. Ол үшін топыраққа органикалық заттарды, фосфорлы минералды тыңайтқыштарды, ион алмастырғыш шайырларды, табиғи цеолиттерді, қоңыр көмірді, әктасын енгізу ұсынылады. Бірақ, ауыр металдарды топырақта бекітудің кез келген әдісі өзінің жарамдылық мерзіміне ие. Ерте ме, кеш пе олардың бір бөлігі топырақ ерітіндісіне, ал ол жерден тірі ағзаларға өтеді.

Ауыр металдармен ластанған топырақты тазалаудың түрлі әдістері қолданылады. Антропогендік әсерлермен орын алған қоршаған орта күйінің өзгеруін бағалауда, биоиндикацияға аса маңызды көңіл бөлінуде. Орта сапасын биоиндикациялаудың өзектілігі, әдістің қарапайымдылығымен,

жылдамдығымен және экономикалық арзандылығымен шартталады. Индикаторлар ретінде жауын құрттарын қолданудың маңыздылығы жоғары. Біріншіден, жауын құрты – бұл іс жүзінде жартылай ыдыраған өсімдік қалдықтарын топырақпен бірге тұтынатын үлкен бір ас қорыту жүйесі. Жауын құрттары топырақ органикасын ыдыратып, топырақты минералды заттармен байытады. Екіншіден, олар топырақты дренаждайды.

Жауын құрттары қоршаған ортадағы ауыр металл шоғырының өзгерісіне өте сезімтал ағза болып табылады. Сонымен қатар люмбрикофаунаны биоиндикатор ретінде қолдану туралы мәліметтер өте аз. Көп жағдайда, жауын құрттары көмегімен топырақтарды мұнай өнімдерінен тазалаудың белгілі зерттеу жұмыстары да бар [21-22].

Қалыпты климаттық шарттардағы өзекті мәселелердің бірі болып табылатыны топырақ қабатын ұтымды пайдалану. Бұл ретте, жердің маңызды топырақ қабатын ластаушыларды анықтау және олардан тиімді тазарту әдістемелерін анықтау, шешімін таппаған мәселе болуына байланысты, биоремидация және биоиндикация технологияларын қолдану жоғарда аталған өзекті мәселені шешудің бірден-бір жолы болып табылады.

Біздермен, техногендік жолмен таралған ауыр металл иондарын рекультивациялау және биоиндикациялау барысында қолданылатын жауын құрттарына ықпалын анықтау мақсатында топырақты биоремидациялық тазалау құрылғысы жасалды [23]. Октагон формасындағы құрылғы, дөңгелек орталықты саңылаулы сегіз секциядан тұрады. Сыртқы қақпағында ауа енуге арналған саңылаулар орналасқан, оның орталығы сегіз саңылаулы цилиндр түрінде жасалған. Оны бурау арқылы жекелеген отсектерге жол ашуға немесе жабуға болады.

Сонымен бірге, сәйкесінше зерттеулердің және ғылыми негізделген есептеу жұмыстарының болмауы биоремидациялық тазарту құрылғыларын масштабты қолдануды тежеуде.

Осыған байланысты, ауыр металдармен ластанған топырақты биоремидациялау үрдісін зерттеу, жедел индикациялаудың құрылғысын жасау және оларды эксплуатациялау бойынша ұсыныстарын келтіру өзекті болып табылады.

Жұмыс М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің мемлекеттік қаржыландырылатын ғылыми-зерттеу жұмыстары бағытында Б-16-04-03 №1 «Табиғи шикізаттан және әр түрлі өнеркәсіп қалдықтарынан өнеркәсіптік және экологиялық таза минералды тыңайтқыштар мен тұздарды өндіруде термохимияларды жасау және құру бойынша зерттеулер» тақырыбына сәйкес орындалған.

Зерттеу нысаны мен пәні. Техногендік жолмен таралған топырақ қабатындағы ауыр металдар және биондикаторлар ретінде қолданылатын жауын құрттары зерттеу нысаны болып табылады.

Түркістан облысы топырақ қабаттарындағы вермикультураның таралу заңдылықтары, ластанған топырақ қабатын люмбрикофаунаның тазарту көрсеткіштері зерттеу пәні болып табылады.

Ауыр металдардың мазмұнын анықтаудың энергодисперсті микроталдау әдістері, жауын құрттары қауымдастықтарының таралу заңдылықтарын

морфологиялық зерттеу, тәжірибелік жұмыстар нәтижелерін математикалық өңдеу әдістері жұмыстың методологиялық базасы болып табылады.

Зерттеудің мақсаты: Түркістан облысы өндірістік аймақтарындағы ауыр металл иондарымен ластанған топырақ қабатын люмбрикофаунаның көмегімен рекультивациялау технологиясын жасау және биоремидациялау мен биоиндикациялау әдісінде қолданылатын жауын құрттары түрлерінің ауыр металл иондарының ықпалына төзімділігі мен реакциялық қабілеттерін анықтау.

Зерттеудің міндеттері:

- Түркістан облысы бойынша вермикультураның негізгі таралу заңдылықтарын анықтау;

- Түркістан облысы бойынша негізгі топырақ түрлеріндегі жауын құрттарының таралған қауымдастықтарының көптүрлілік құрамдарын, типтік морфологиялық, салмақтық өлшемдерін, түстік ерекшеліктерін анықтау;

- өндірістік қалалардағы ауыр металл иондарымен ластанған топырақтардағы вермикультураның түрлілігін анықтау;

- Түркістан облысында және өндірістік қалалардың аймағында кездесетін жауын құрттарының басым түрлерін және оларға түрлі шоғырдағы металл иондарының әсерін эталонды жауын құртымен салыстырмалы зерттеу;

- ауыр металл иондарымен ластанған топырақ қабатын люмбрикофаунаның тазарту дәрежесін анықтау.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалықтары:

Төмендегі нәтижелерді көрсетті:

- вермикультураның топырақтағы таралу заңдылықтарын және люмбрикофаунаның тазалау дәрежесін теориялық және тәжірибелік зерттеу нәтижесінде ауыр металдармен ластанған топырақты биоремидациялық тазарту құрылғысын есептеудің ғылыми негізделген әдістемесі жасалды. Бұл ретте:

- Шымкент қаласы аймақтарында вермикультураның таралу заңдылықтарын ескере отырып, вермикультура қауымдастығының *Lumbricidae* (люмбрицид) тұқымдасына жататын төрт туыстың - *Ap. c. Trapezoides* (трапезойд), *Ap. c. Caliginosa* (калигинос), *Ap. Rosea* (розеус), *Eisenia foetida* (фоетида) түрлері құрайтыны анықталды;

- таксономиялық зерттеулер әдісі негізінде Түркістан облысының типтік топырақ қабаттарындағы жауын құрттары қауымдастығының түрлері анықталды. Анықталған жауын құрттары қауымдастықтарының өлшемдік морфологиялық сипаттамалары, ерекше тіршілік ету физиологиясы анықталды;

- энергодисперсті микроталдау әдісін қолдана отырып, Шымкент қаласы топырағының ауыр металл иондарымен ластану көрсеткіші анықталды. Бадам өзенінен алынған сынамаларға жүргізілген химиялық талдаулар бойынша қорғасынның ШМШ-дан 4,8 есе асатындығы, мыстың ШМШ-дан 20 есеге дейін асатындығы, мырыштың ШМШ-дан 60,2 есе асатындығы, мышьяқтың ШМШ-дан 22 есе асатындығы анықталды;

- вермикультураның ауыр металл иондарының шоғырларына тиесілі аддитивтік реакциялары негізінде, ауыр металл иондарымен ластанған экожүйелердегі топырақтарды экспресс биоиндикациялау әдісі жасалды.

Вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі шоғырына төзімділігі тәжірибелік жолмен орнатылды;

- вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі шоғырына төзімділігін есепке ала отырып, ластанған топырақ қабатын биоремедиациялау технологиясы түзілді;

- химиялық талдау нәтижелері бойынша, ынталандырушы заттектердің көмегімен топырақтарды қорғасыннан биологиялық тазалау жолымен Шымкент қаласы ауыр металл иондарымен ластанған аймақтарындағы қорғасын ионы құрамының $67,9 \pm 3,6$, $78,4 \pm 4,9$ және $86,3 \pm 5,7$ % азайтуға болатындығы орнатылды;

- химиялық кешенді талдау, анатомиялық құрылысын электронды-микроскопиялық зерттеу жолымен жауын құрттарының топырақта таралған ауыр металл иондарын тазартатындығы тәжірибелік жолмен дәлелденді;

- вермикультураны қолдану жолымен ластанған топырақты биорекультивациялау бойынша тәжірибелерді жоспарлаудың математикалық моделі жасалды.

Жұмыстың практикалық құндылығы. Қазақстан Республикасының пайдалы модельге берілген №5451 патентімен қорғалған ауыр металдармен ластанған топырақты биоремидациялық тазалау құрылғысы жасалған [23].

Өндірісітік қалалардың аймақтарындағы топырақ қабатының экологиялық тұрғыда жай-күйін бақылау бойынша ұсыныстар мен олардың сапасын жақсарту бойынша шаралар кешені жасалды. Сәйкесінше, түрлі ауыр металл иондарымен және олардың қосылыстарымен ластанған топырақ түрлерін бақылауға және тазалауға бейім, төзімді жауын құрттары тобын анықтаудың ғылыми негізделген әдістемесі өңделді.

Анықталған төзімді, бағалау және тазарту үрдістеріне жарамды жауын құрттарының қауымдастық топтары осы саладағы тиісті мекемелерде жүргізілетін ғылыми, бақылау жұмыстарында кеңінен қолданыс таба алады. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстарының нәтижелері Беларусь мемлекеттік ауыл шаруашылығы академиясының «Өмір қауіпсіздігі» мамандығының студенттеріне «Адам өмірінің қауіпсіздігі» пәндер дәрістерінде қолданылуы мүмкін.

Жұмыс нәтижелерінің іс жүзінде апробациялануы. Диссертацияның зерттеу нәтижелері Scopus дерекқорына кіретін Халықаралық ғылыми «International Journal of Engineering Research and Technology» журналында: «Influence of Heavy Metals on the Environment and Methods of Soil Bioremediation Control», 2020, Volume 13, Number 13, pp. 1120–1125.; «News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of Geology and Technical Sciences» журналында «Study of the Effect of heavy metals on Soil cover and Methods of their bioremediation control», 2021, 1(445), pp. 52–57.; - барлығы 2 мақала жарияланған. ҚР БҒМ БҒБК ұсынылған журналдарда: ҚазҰТЗУ Хабаршысында екі мақала – (2020, №5(141) және (2020, №2(138) Әл-фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Хабаршысында (2021 №2(61)) жарияланған. Зерттеу нәтижелері Халықаралық және Республикалық конференция жинақтарына шығарылып, баяндалды: Международный научный журнал «Интернаука» (Украина, Декабрь 2018 г.); V International scientific practical conference «Industrial technologies and engineering», dedicated to the 75th

anniversari of M.Auezov South Kazakhstan state university and 90th anniversary of academician Sultan Tashirbayevich Suleimenov holding within 4.0 Industrial revolution. ICITE-2018, Volume I., IV, 28 november, Shymkent-2018. (Shymkent, 2018); Материалы Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения - 16» Четвертая промышленная революция: новые возможности модернизации Казахстана в области науки, образования и культуры. ЮКГУ им.М.Ауэзова (Шымкент, 2018 г.); Materials of the XV International Scientific and Practical Conference, Sheffield, Science and Education LTD, 2019; Industrial Technology and Engineering (Шымкент, №2(31)2019); Сборник научных трудов «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства» (Горки, 2020); IX Global Science and Innovations 2020: Central Asia (Nur-Sultan, 20-22th 2020); Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (Горки, №4, 2019); Materials of the V International Scientific-Practical Conference «Integration of the Scientific Community To the Global Challenges of Our Time» (Tokyo, February 12-14, 2020); Сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры земледелия (Горки, 23-24 июня 2020); The V International Science Conference «Theoretical and Applied Aspects of the Application of Modern Science» (Tokyo, 2022); «Scientific Bases of Modern Investigations» Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (Helsinki, Finland March 01 – 04, 2022). Диссертациялық жұмыс бойынша Беларусь Республикасында мемлекеттік ауылшаруашылық академиясында ғылыми тағылымдамадан өту кезінде «Тіршілік қауіпсіздігі» кафедрасында жұмыстар орындалып, оң баға алды. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша ауыр металдармен ластанған топырақ қабатын вермикультураны қолдану жолымен биоремидациялық тазалау технологиясы жасалды және «Нұр – Абыл – 1» ЖШС-нің өнеркәсіптік аймағында іс жүзінде пайдалануда.

Ластанған топырақ қабатын биоремидациялық тазалау заңдылықтарына негізделген ғылыми тұжырымдамалардың, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен шынайылығы зертханалық және өндірістік шарттарда жүргізілген зерттеу нәтижелерімен толық расталған [24].

Қорғауға ұсынылатын ғылыми қағидалар:

- Түркістан облысы аймағындағы негізгі топырақ түрлерінде жауын құрттарының таралу заңдылықтары, ондағы анықталған қауымдастықтарының анатомиялық, токсономиялық құрылымдары мен морфометриялық ерекшеленетін сипаттамалары;

- топырақ қабатын тазалауда тиімді деп таңдалған жауын құрт түрлерінің улы ауыр металл иондарымен олардың қосылыстарының әсеріне төзімділік көрсеткіштері, биотестілеу реакцияларының нәтижелері;

- ластанған топырақ қабатына жүргізілген экспресс биотестілеу және люмбрикофаунаны қолдану негізіндегі тазарту технологиясын жасау нәтижелері;

- люмбрикофаунаны қолдану негізінде ауыр металл иондарымен ластанған топырақ қабатын тазалаудың технологиясы;

- ластанған топырақты биорекультивациялауда вермикультураны қолданудың мүмкіндігін математикалық модельдеу нәтижелері.

Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы. Ғылыми диссертациялық жұмыстың түсіндірме жазбасы кіріспеден, 6 негізгі бөлімнен, жалпы қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. 126 беттік түсіндірме жазбада 34 сурет, 29 кесте ұсынылған, қолданылған әдебиеттер тізімі 118 сілтемені құрайды.

1 ТОПЫРАҚТЫҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫМЕН ЛАСТАНУЫ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Бүгінгі таңда «ауыр металл» термині ауылшаруашылық ғылымында пайда болды, өйткені бұл металдар қоршаған ортаға, оның негізі топырақ пен адам ағзасына зиянды.

Ауыр металдарға атомдық массасы 50-ден асатын периодтық кестенің 40-тан астам химиялық элементтері кіреді.

Ауыр металдардың барлығы бірдей ағзаға зиянды емес. Адамның, өсімдіктердің, жануарлардың ағзаларында және топырақта жинақталу шарттары, сонымен қатар уыттылығы мен табиғатта таралуы бойынша, ағзаларды улағыш, қоршаған ортаны ластағыш және зиянды болып саналатын ауыр металдардың 12 түрін атап өтуге болады. Тізіп келтірсек: мыс, сурьма, никель, кобальт, молибден, сынап, мырыш, қорғасын, мышьяк, қалайы, кадмий және ванадий элементтері. Олардың арасында қорғасын мен кадмий, сынап ең қауіпті улы металдар қатарына жатады, сондықтан бұл металдар қоршаған ортада, оның ішінде топырақ пен өсімдіктердегі мөлшері мұқият бақылануы қажет.

Өндірістік кәсіпорындардан топырақ жамылғысына бөлінетін сынап қосылыстары қауіптілігі ең жоғары және улы қалдық болып табылады. Аталған элементтер топырақ жамылғысының жоғарғы қатпарына жинақталады. Айта кетсек, Орталық Қазақстанда әр түрлі ауыр металл қосылыстарының өзендердің түбіндегі шөгінді балшықтарда сақталғаны анықталған. «Қазгидрометтің» мәліметінше, Теміртау қаласының маңындағы Нұра өзенінің суындағы сынаптың мөлшері 490 мкг/л жеткен, аталған элементтердің есептік қоры су түбіндегі шөккіндердің беткі 1,2 қабатындағы мөлшері ондаған тоннаны құрайды.

Қорғасын - тірі ағзаға зиянды кері әсер ететін ең қауіпті канцерогендердің бірі болып табылады. Тиісті кендерді байыту фабрикаларында балқытып, тазартудан алынған өнімнің әр тоннасына 25 кг қорғасын қоршаған ортаға бөлінеді. Бұл жоғалған қорғасын топырақ бетінің ең жоғарғы 15 сантиметрінде жинақталып, топырақтағы микроағзалар мен өсімдік тамырларына улап, зиян келтіреді. Айта кету керек, Қазақстан әлемдегі қорғасын өндірісі бойынша жетекші өндірушілердің бірі болып табылады.

Кадмийдің уыттылығы өмір үшін маңызды. Мысалы, егер топырақта бір литр суармалы су үшін 10 мг жуық кадмий болатын болса, онда өсімдік 1 ай ішінде тіршілігін жояды.

Жылу электр стансаларының жұмысы нәтижесінде, пайдалы қазбалар мен кендерді балқыту кезінде және ауылшаруашылығында фосфор тыңайтқыштарын кеңінен қолдану нәтижесінде топырақ жамылғысының жоғарғы қабатына мүмкін шектік шоғырынан аса түсетін кадмий ауыр металы жинақталады.

Нақты дәлел ретінде, Тараз қаласының маңында орналасқан үш бірдей химиялық зауыттың қоршаған ортаға бөлетін улы және уытты қалдықтары өндірісі аймағынан 25 шақырымға дейінгі шаруашылық жерлерін таза

ластанбаған жайылымды жерлермен салыстырғанда қорғасынның мөлшері 72%, кадмий 39%, мырыш 21% және мыс 40% артық болған.

Қарағанды облысы өндірістік аймақтарының жанындағы ауылшаруашылық жайылым және егіншілік жерлерінде қорғасын металының мөлшері 37-50 мг/кг, мырыштың мөлшері 13-32 мг/кг және мыстың мөлшері 15-45 мг/кг аралығында. Ақтөбе облысы «Фосфохим» өндірістік кәсіпорын шекарасы аймағындағы шаруашылық жерлердегі мыс ауыр металының мөлшері 25-55 мг/кг, қорғасынның мөлшері 17-45 мг/кг аралығында кездеседі.

Еліміздің аймақтарын тұтастай алғанда ластауыштардың тұрақты көздерінен қоршаған ортаға жылына 4,0 млн.т түрлі ластауыш және улы заттар тасталып отырады. Аталған ластауыштардың арасында қорғасын мен қалайының қосылыстары 2,2 мың тоннадан, мыс тотықтары 1,3 мың т., 11,0 мың тоннаға жуық қара күйе және мыңдаған тонна түрлі тастанды газдар.

Топырақ қабатында таралған ауыр металдардың мүмкін шектік зиянсыз мөлшері (мг/кг): хром – 0,06; қалайы – 47; мыс – 38-40; фтор – 205; марганец – 1450; молибден – 5; қорғасын – 20; мырыш – 155; сынап – 2; қалайы – 2; сурьма – 5; кадмий – 5; никель – 45; кобальт – 50; бор – 25.

Топырақ қабатының ауыр металдармен залалдануы салдарынан мәдени ландшафттарда (агроценоздарда) өсімдік өнімділігінің айтарлықтай төмендеуі, табиғи шарттарда орналасқан фитоценоздардың бұзылуы, аталған шарттарда фитомассалардың ассимиляциялық қабілетінің төмендеуі, органогенездегі орын алатын үрдістердің бұзылуына, өсімдік ағзасындағы ерекше тератологиялық өзгерістерге және ауылшаруашылығы өнімдерінің гигиеналық сапасының төмендеуі орын алатыны анық.

Вермикультураның топырақта болуының өзі оның құрамын өзгертеді. Вермикультураның топырақта жүріп өмір сүруінің өзінде, ондағы ауа мен судың өтуі үшін арнайы қолайлы жағдай жасалатыны анық. Осылардың барлығы топырақтағы химиялық процестер қатары үшін міндетті нәрсе, ал ең бастысы ауа мен су, топырақ ағзасы үшін қажетті жағдайлар туғызады. Осы қасиеттеріне байланысты вермикультураны негізгі биодетекторлар ретінде топырақтың ластанғанын көрсетеді [25].

Қала жағдайында экологиялық жағдайдың нашарлауына алып келетін зиянды әсерлерден топырақ деградациясы немесе жойылу қаупі бар. Бұндай жағдайларда топырақ қабатын толық қалпына келтіру мен бар қасиеттерін жақсарту қажеттілігі туындайды. Мұнда маңызды рөлді биологиялық механизм атқарады. Бұл мақсатта орыс ғалымы В.Ю. Павловтың еңбектерінде келесі әдістерді қолдануды ұсынады: қалалық ағаштан түскен жапырақ шірінділері яғни органиканы ендіру, астық тұқымдас – жоңышқалық шөптердің тұқымдарын азотфиксациялық бактериялардың препаратымен және өсу гормонымен өңдеу арқылы отырғызу [26].

Уақыт өте келе өсімдік күліндегі ауыр металдар мен радионуклидтердің мөлшері арта түсуде, сондықтан өсімдік күлінің құрамы өнім сапасын тексеретін негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады, себебі күл құрамында ағзаға кері әсер ететін мөлшерден тыс сынаптың, стронцийдің, радийдің,

кобальттің, қорғасынның, полонийдің, кадмийдің және өзге де ауыр металдардың қатысы болуы мүмкін.

Бұл аталғандардың бірден бір себебі, адамдар мен жан-жануарлар қоректенетін өсімдіктер ешбір уланбастан және патологиялық өзгерістерге ұшырамастан өз мүшелеріне (денесінде) ауыр металдардың адам ағзасына қауіпті артық мөлшерін қабылдай отырып, қалыпты өсу процестерін жалғастыра береді екен [27].

Өсімдік өнімдеріндегі ауыр металдардың залалсыз рұқсат етілген шекті мөлшерлері 1- кестеде көрсетілген.

Кесте 1 - Өсімдік өніміндегі ауыр металдардың шекті мөлшері, мг/кг

Элемент	Өсімдік тағамдары			
	Нан	Шырын	Көкөніс	Жеміс
Хром	0,3	0,2	0,3	0,2
Мыс	6,0	6,0	11,0	11,0
Мырыш	25,0	10,0	10,0	10,0
Селен	0,6	0,6	0,6	0,6
Мышьяк	0,3	0,3	0,3	0,3
Қорғасын	0,4	0,6	0,7	0,6
Сынап	0,01	0,005	0,02	0,01
Кадмий	0,02	0,02	0,03	0,03

1.1 Ауыр металдармен ластанған топырақ қабатын фиторемидияциялау

Жер бетін рекультивациялау негізгі екі сатыдан тұрады: биологиялық және тау-техникалық. Биологиялық рекультивациялау барысында топырақ жамылғысының құнарлылығын қайта қалпына келтіруге бағытталған жұмыстар орындалады. Тау техникалық рекультивациялау – берілген аймақты жөндеуге дайындауға негізделген. Мысалы, Чехословакия мен ГДР мемлекеттерінде бұзылған жерлерді рекультивациялау үшін негізінен жүгері көкөнісін егеді [28].

Рекультивациялаудың басты мақсаты - топырақ қабатының құнарлығын қайта қалпына келтіру. Ол үшін топырақтың ластанған бөліктерін қайта қалпына келтіру әдістерін түпкілікті жүйелі түрде қарастыруды қажет етеді. Ластану дәрежесіне, техногендік фактордың әсеріне, табиғатына, климаттық жағдайлардың аймақтық ерекшеліктері мен топырақтың сұрыптарына тәуелді рекультивациялаудың тиімді әдістері ретінде физика-химиялық, фиторемидияциялық тәсілдері қолданылуы керек.

Ауыр металл иондарының топырақта микро және макро ошақтар түрінде шоғырланатындығы және микроағзалар бөлшектерінде адсорбцияланатындығы дәлелденген. Осыған орай, топырақты дайындау алдында топырақ агрегаттарын бұзып, топырақтан, топырақ бөлшектерінің бетіндегі микроағзаларды десорбтан микроб жасушаларын деагрегаттау қажеттілігі туындайды.

«Биодеструктор» биопрепаратының микробтық компонентінің популяциясы топырақтағы микроағзалардың динамикасына тікелей әсер ететіндігі орнатылған, препараттың бұл әсерін негізінен микроағзалардың басым бөлігінің белсенді емес күйінде болуымен байланыстыруға болады. Дегенмен, топырақ құрамына минералды бейорганикалық тұздарды енгізу барысында микроағзалардың популяциясы бақылаудағы санымен салыстырғанда үш есе артқан, ал қосымша биологиялық белсенді заттар (ББЗ) мен адсорбенттерді енгізу барысында микробты компонент жоғары деңгейде болған.

Биопрепараттарды қолданғаннан кейін 2 ай мезгілде өсімдіктерді егу жүзеге асырылған, нәтижесінде ауыр металмен ластанған бастапқы шоғырына карағанда сұлының биомассасы айтарлықтай жоғарылаған. Егер, бақылаудағы препарат қосылмаған биомассаның жоғарылауы ауыр металл шоғырына тәуелділігі өсімдік салмағының 0,03-0,39 г мөлшерін құраса, онда биопрепаратты қолданудан кейінгі сұлы өсімдігінің биомассасы 1,5-2,0 есе жоғарылаған.

1. Өте қатты ластанған топырақты бастапқы 5,0-10,0% дәрежеге дейін биологиялық тазарту әдісін өңдеу;

2. Органикалық топырақ қопсытқышын (ағаш ұсағы немесе жаңқа) 1:6-8 қопсытқыш: топырақ қатынасында енгізу;

3. Бір ай бойы аптасына бір рет, одан соң айына бір рет биоремидация мерзімі аяқталғанша биопрепаратты мына кесте бойына енгізу: 0,5-1,0 м³ топыраққа 10 л;

4. 20,0% ылғалдылықты ұстап тұру үшін топырақты мерзімді түрде қопсыту және суғару.

5. Фиторемидацияны қолдану (көпжылдық өсімдіктерді егу).

Осыдан қорытатынымыз, кенеттен микрофлора әрекетінің нәтижесінде орындалған фиторемидацияның көмегімен топырақ жамылғысының құнарлығы толығымен қайта қалпына келді. Ол үшін биоремидация циклы аяқталған соң (8 аптадан кейін) көпжылдық шөптесін өсімдіктер егілген. Егу қоспасының құрамы: жоңышқа (*Trifolium pratense*) кіреді, 1:1:1 қатынаста егілген. Себу мөлшері: 1 м³ топыраққа 4 г тұқым шашылған.

Яғни, өсімдіктер қабатының қайта қалпына келуі, тастанды қоқыс қабатының қалыңдығы 25-30 см аспайтын орындарда анықталды. Қоқыстардың жоғарғы және төменгі көкжиегінде кездесетін топырақ қабатының қайта қалпына келу үрдістері табиғи өсімдіктердің өсуіне және дамуына керекті шарттармен қамтамасыз ететіндігі орнатылған. Қоқысты орында алдымен бір жылдық өсімдіктер шықса (*Echinopsilon cedoides*, *Camphorosoma monspeliacum*, *Kochia sporaria*, *Rumex convertus* және т.б.), жыртылған жерлерде көп жылдық өсімдіктердің (*Calamagrostis erigeus*, *Sonchus arvensis*, *Lactuca tatarica*, *Artemisia absinthium*,) және т.б. шығып, тамырлары қалдықтармен басылып қалған топырақтарға жетіп, тұрақты биологиялық жүйені түзеді [29]. Яғни грифон аймақтарында алдымен бір жылдық содан кейін көп жылдық өсімдіктердің біртіндеп жан жағынан біртіндеп өсе бастағанын көрсетілді. Осы жасалған жұмыстың негізінде бұл өсімдіктерді табиғи жағдайда, бұзылған жерді

экологиялық бағалауда индикатор ретінде қолдануға болады деп нәтиже шығаруға болады.

Әрине топырақты тазалаудың көптеген әдістері белгілі, олар төмендегідей:

Бірінші бағыт – ластанған топырақты түгелімен аймақтың сырт жағына шығарып тастау. Яғни, ол өзіне бірнеше әдістерді біріктіреді.

Ал штаммдар мен микробиологиялық препараттарды қолдану кезіндегі негізгі кемшіліктер, олардың таңдамалы әсер етуі.

1.2 Техногендік ластанған топырақ қабатын вермерекультивациялау

Жауын құрттары табиғи ортада маңызды экологиялық рөл атқарады. Олар экологиялық жағдайды индикациялаушы тесттік нысан болып табылады. Жауын құрттарының алуан түрлілігі қоршаған және техногендік жүйелерге тікелей байланысты.

Вермикультураның қызметін 1837 жылы алғаш ғылымға енгізген ғалым Ч.Дарвин және орыстың Н.А. Димо, М.С. Гиляров, Г.Н. Высоцкий секілді атақты ғалымдардың еңбектерінде вермикультура туралы және олардың топырақ түзудегі маңызы туралы көптеген ақпараттар бар.

Т.С. Перельдің монографиялық жұмыстарында жер жүзінде тараған жауын құрттарын Moniligastridae, Lumbricidae, Criodrilidae, Megascolecidae, Ocneroдрilidae деп аталатын бес тұқымдасқа бөлінетіндігін атап көрсетілген [30].

Топырақ қабатында жауын құртының болуы оның құрамын біршама дәрежеде өзгертеді. Жауын құрттарының топырақ қабатында тіршілік етуінің негізінде, оның құрамы арқылы ауа мен судың кедергісіз өтуі үшін қолайлы шарттар жасалатыны белгілі. Осы аталған үрдістер топырақ құрамындағы химиялық үрдістер тізбегі үшін міндетті шарт, ең бастысы ауа мен су, топырақ қабаты үшін қажетті шарттарды туындатады [31].

Жауын құртының ішек жолдары арқылы өткен топырақ, тек ғана бір орнынан келесі орынға орын ауыстыра қоймай, сонымен қатар, сапасы жағынан оң өзгеріске ұшыратады. Жауын құрты жұтылатын топырақ құрамындағы кейбір заттар мен заттектердің біршама бөлігін жояды. Алдымен жауын құрт ішек жолдары арқылы топырақтың гумуска өту үрдісін қарастырайық. Топырақтың негізгі қасиеттерін қайта қалпына келтіру үшін өсімдіктер мен жануарлардың топырақтанған микробиоталарын қоса отырып, топырақты биоценоздарды қарастыру керек.

Топырақ биотасының әр түрлілігі ішінде ағзалардың ерекше тобы жауын құрттарын атап өтуге болады. Олардың кезінде Дарвин айтып кеткен топырақ түзудегі маңызы ерекше. Олар топырақтағы өсімдіктерге қажетті қоректік элементтердің негізгі көзі болып табылатын өсімдік қалдықтарын ыдыратуға қатысады. Құрттардың тіршілік әрекеттері оның қоректік тәртібін жақсартады. Жауын құрты топырақ ішінде қозғалу үшін өз денесімен топырақ бөлшектерін ығыстырып отырады, ал егер ығыстыра алмайтын болса, алдында кездескен топырақ бөлшектерін жұтып қойып, оның орнында пайда болған бос қуыстармен жылжып отырады. Вермикультуралар органикалық заттары

араласқан топырықтармен қоректеніп, өз денесінде өңдеп, сыртқа шығарған кезінде өз ерекшелігіне отырып құрылымды түйіршіктерін түзеді. Капролиттер шірінді және әкке бай болады. Тәулігіне вермикултуралар өз ішектері арқылы дене салмақтарына тең (4-5 г) топырақты өткізе алады. Олар топырақты қарашірікке байытады. 1 га жердегі вермикултуралар жылына 15-35 тоннаға дейін топырақтарды құнарландырады [32-35]. Мәселен, індеріне жапырақтарды, шөптерді, өсімдіктердің қалдықтарын таси отыра, олардың тез шіріп, аса тиімді минералды-ағзалық тыңайтқыштармен топырақ құрылымдарын жақсартатын агент – биогумустың түзілуіне жағдайлар жасап отырады. Топырақтың беткі қабаттарында қалған жолдары, онда саңылау түзіп ауа мен ылғал мөлшерін қозғалмалы тәртібіне оң ықпал етеді. Осылайша, вермикултураның болуы мен саны топырақ қабатының жаңаруы мен жақсаруына және осы бағытта жүретін процестер көрсеткішінде маңызды фактор болып табылады.

Вермикултурамен өңделген топырақ тұқымдарының өсуіне екі есе артқандығы белгілі болды, тамырдың орташа ұзындығы 12% құраған. Бактериалды препаратпен өңделген топырақ үшін бұл көрсеткіш сол деңгейде қалып және 17,2 %, ал дамыған тұқым тамырларының орташа ұзындығы 49,6% құрайды. Биодеструкторларды бірге қолданған кезінде дамыған дәнді топырақтан сорып шығарғандағы ең жоғарғы мөлшері 82,6% болды. Өскен тұқым тамырының орташа ұзындығы осы жағдайда 89% құрайтын болған.

Түскен жапырақтарды қалыңдығын бес см (немесе шамамен бес жүз г/ш.м.) қалыңдықта қосу күз мерзімінде (қыркүйек, қазан) жүргізілген. Егу келесі жылдың (тамыз айында) жүргізілген. Отандық селекцияның өсімдіктерінің (қызыл бетеге, шалғындық тимофеевка) бірге отырғызылады. Инокуляция ризотрофин мен (жоңышқа) флавобактерин мен бактосанның қоспасымен бірге өсу гормондарымен (торф гумат оксиді) қоса жүргізілген. Өскіндер төгілген жағдайда қайта отырғызу шаралары жүргізілген. Тәжірибе үш рет қайталанып жасалған. Соңғы нұсқаларға ендірілген жауын құрттар саны 2 жыл өткен соң зерттелген: жоңышқа шөптері (бақылау); жоңышқалық шөптер + NPK (отыз кг д.в./га) астық-жоңышқалық шөптер жапырақ шірінділерінің фондында; Тұқымдары бактериялық препараттарының өсу стимуляторымен +NPK (отыз кг д. в/га) инокуляцияланған астық – жоңышқалық шөптер; тұқымдары бактериалды препараттар мен өсу стимуляторымен +NPK (отыз кг д. в/га) инокуляцияланған жапырақтар фондындағы азықтық-жоңышқалық шөптері. Сонымен қатар салыстыру мақсатында бірнеше нұсқалар зерттелген; Экогрунт (Мәскеу қаласында көгал құруда қолданылады) фондындағы астық шөптер, онда ендіру жұмыстары уақытынан бері үш жыл өткен және бұрынғы өсімдік жамылғысы сақталынған. 2 – ші кестеде көрсетілгендей құрттардың санын белгілеу топырақ сынамаларын алу арқылы жүргізілген. Әрбір нұсқадан он сынамалардан, тек соңғы нұсқада алты сынамалар алынған [35].

Кесте 2 - Дала тәжірибесіндегі әр түрлі нұсқалардағы жауын құрттарының саны

Нұсқалар	Құрттар саны-1 ш.м.
Тың жерлер	175
Астық-бұршақ шөптер қоспасы	192
Астық-бұршақ шөптер қоспасы+NPK	212
Өсімдік қалдықтары фонындағы астық-бұршақ шөптер қоспасы	215
Астық-бұршақ шөптер қоспасы + инапуляция + NPK	142
Өсімдік астық-бұршақ шөптер қоспасы + инапуляция + NPK	240
Астық шөптер қоспасы экогрунт фонында 5 см	250

Олар өсімдік қалдықтары мен тұқымдарды биопрепараттармен, өсу гормондарымен өңдеу нұсқасында солармен бірдей уақытта егілген басқа нұсқаларға қарағанда құрттар саны көп, ал көгал өсіру технологиясын құрып, бір жыл бұрын егілген жерде де көрсеткіш жоғары екендігі байқалған. Берілген құрамдағы топырақтың биотасына қолайлы жағдайын дәлелдеп береді. Көп жылдық өсімдіктердің біршамасына өсімдік қалдықтарының ендіру, оларды кәдімгі егуге қарағанда вермикультура санының дамуына көбірек әсерін тигізеді. Тұқымдарды биопрепараттар мен өсу стимуляторларымен өңдеу нұсқаларында вермикультураның саны алдыңғы нұсқаға қарағанда аз болып шықты. Минералды заттарды енгізу, өсімдік қалдықтарының енгізумен бірдей қолайлы әсер ететіндігі байқалған.

Осылайша, қала жағдайында топырақ құнарлылығын қалпына келтіру әдісі қаланың өзінде өсетін өсімдік қалдықтары мен тұқымды азотфиксаторлармен, өсу стимуляторларымен инокуляциялау топырақ жағдайын жақсартудағы маңызды фактор болып табылатын жауын құрттарының популяциясының көбеюіне алып келеді. Бұл тізбек үшін биологиялық әдістерді кешенді қолданудың тиімділігін дәлелдейді.

Қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы экологиялық жағдайды нашарлатып, адам денсаулығына кері әсерін тигізеді [36]. Топырақтың ғаламдық экологиялық рөлі мынада: табиғи орталардың өзара әрекеттесуінің өнімі бола отырып, оның өзі осы орталарға шешуші әсер етеді. Бұл экожүйелерге техногендік қысымның күшеюі жағдайында әсіресе маңызды. Сонымен қатар, ауыр металл иондары қоршаған ортаны ластаушы көздердің негізі түрлерінің бірі. Топырақ құрамындағы металдардың шектік мөлшері өсімдік әлемінің дамуына қосатын оңтайлы үлесі бар екені белгілі, дегенмен топырақ қабатының металдармен аса ластануы ондағы өсімдіктердің уланып, жойылуына әкеледі. Ауыр металдар барлық ортада бақылауды қажет ететін басымдылығы жоғары ластаушы заттарға жатады. Қауіптілігі жағынан екінші орында тұр. Олар атомдық массасы, тығыздығы, улылығы, табиғи ортада таралуы, табиғи және техногендік циклге тәуелділік дәрежесі сияқты көрсеткіштерімен ерекшеленеді. Ауыр металдардың басқа ластаушы заттардан басты айырмашылығы, олар «өздігінен тазара» алмайды. Барлық таралу

үрдістерінен кейін суда да, топырақта да, ауада да, тіпті тағамда да металдың концентрациясы артады [37].

Түркістан облысы өңірі аридтық климатымен ерекшеленгендіктен, топырақтың ластануы ерекше актуалды жағдайлардың бірі болып табылады. Бұл жағдайлар негізінде мынандай сұрақтар туындайды, топырақ ресурстарының ластану көздерін анықтау, сонымен қатар оларды тазарту әдістерін өңдеу.

Ауыр металдардың ішінде мыс, қорғасын, кадмий және мырыш элементтері өздерінің химиялық және биологиялық қасиеттеріне тән био- және геоаккумулятивтілік сипаттамаларына ие болады. Өсімдік ағзасындағы ауыр металдардың жалпы мөлшері негізінен екі процеске байланысты: тамыр жасушаларының металды сіңіру белсенділігі және оның өсімдік арқылы қозғалысының тиімділігі, мұнда иондардың радиалды тасымалдануы маңызды рөл атқарады [38].

Топырақта ауыр металл иондарының жоғары мөлшерде болуы кезінде түрлердің био әртүрлілігінен тек төзімді түрлері ғана қалады [39].

Ережеге сай, ластанған аймақтарда ұзақ уақыт өскен түрлер, өзінің мүшелерінде металдардың белгілі мөлшерін жинақтауға қабілетті. Металл жинақтау белсенділігі жоғары өсімдіктермен ластанған топырақты фитомелиорациялаудың тиімді әдістерін жасау тәжірибесі практикаға қызығушылық тудырады.

Топырақта ауыр металдардың іздерін анықтау үшін британдық ғалымдар құрттарды биологиялық индикатор ретінде пайдалануды ұсынады [40,41]. Ланкастер университетінің ғалымы Тревор Пирс және оның әріптестері ашық сары түсті бұрынғы мышьяк кен орнынан вермикултуралардың бар екенін байқаған. Тәжірибе көрсеткендей, олардың түсінің өзгеруі мышьяқты жеуге байланысты. Басқа жағдайларда, ауыр металдарды қолдану дәрежесіне байланысты құрттардың түсі өзгереді, мысалы: қорғасын — қара, мырыш — түссіз. Осы қасиеттерге байланысты жауын құрттары негізгі биодетекторлар ретінде топырақтың ластануын көрсетеді. Сонымен қатар, Пирс құрттардың көп мөлшері топырақтан ауыр металдарды алып тастай алады деп санайды. Көрсетілген экотоксиканттар жоғары токсинді улы және өзгергіштігі мен канцерогенді нәтижелер беріп, топырақта оңай аккумуляцияланады, сондай ақ топырақтан өте жай жойылады. Бұл ауыр металдармен топырақтың ластануы мониторинг мәселесін күрделі етеді. Жауын құрттары өзінің трофикалық белсенділігінің арқасында топырақтың сапасы мен құнарлығын түзуде маңызы зор. Жауын құрттар көптеген биогеоценозда саны көптігі және үлкен тереңдікке ену қабілеттілігі және сонымен қатар көп мөлшерде топырақты араластыруы химиялық элементтердің биогенді миграция процесінде үлкен роль ойнайды, көбіне олар кейбір ауыр металдарды аккумуляцияға қабілетті, соның нәтижесінде топырақтың техногенді тығыздығын төмендетеді.

Әдебиетке шолу негіздемелерінде ауыр металмен ластанған аймақтарды рекультивациялау, тазарту әдістерін жетілдіру бағытында зерттеулердің нәтижелері және ондағы жауын құртының маңызы көрсетілген [42].

1.3 Ауыр металл иондарының топыраққа түсу жолдары

Ауыр металдардың атмосферадан түсуі. Ауыр металдардың көптеген түрлері атмосфералық жауын-шашындар арқылы жер бетіне түсіп, топырақ қабатына еніп отырады. Атап айтсақ, 1 га топырақ беттігіне жылына 240-260 г қорғасын, 15-18 г кадмий, 12-16 г қалайы, 50-55 г кобальт жауын-шашындармен түседі. Негізінен атмосфера ауасынан келіп түсетін металдардың шоғыры мен алуан түрлілігі өңірдегі орналасқан энергетикалық және өндірістік кәсіпорындардың шоғырланған түрлеріне тікелей тәуелді. Жалпы атмосфераны ластаушы өндірістік салалардың үлесі келесідей: энергетика саласы – 28%; қара металлургия саласы – 23,5%; мұнай өндіру және өңдеу саласы - 16%; транспорттық көліктер – 13,7%; түсті металлургия саласы - 10%; құрылыс материалдары саласы - 7%.

Қазақстан Республикасы қоршаған ортаны қорғау Министрлігінің 2005 жылғы мәліметтері бойынша еліміздің аумағындағы атмосфера ауасына өндіріс кәсіпорындары орта есеппен жыл сайын 5 млн. тоннадай қалдық заттарды бөліп шығарады, оның 360 мың тоннаға жуығы еліміздің солтүстік өңірінде тараған. Республика аумағында жабықжай (парник) газдардың көлемі 200 млн тоннаға жуық, оның 96%-дан астамы көміртегі қостотығы.

Республикалық статистика Агенттігінің мәліметтері бойынша өндіріс кәсіпорындарының топырақ жамылғысын техногенді ластануы 1,5 млн гектар жерге жайылған, оның 780 мың гектары ауылшаруашылығы жерлері [43].

Атмосфера ауасы қорғасын, мырыш, мыс, марганец, кобальт және т.б. металдардың қосылыстарымен түрлі-түсті және ауыр металлургия өндірістік кәсіпорындарымен ластануда. Аталған қосылыстардың ауадағы мүмкін шектік шоғырлары төмендегі 3 - кестеде келтірілген.

Отын-энергетикалық ресурстарды тұтыну барысында атмосфера ауасына түтіннен өзге отындық материалдардың құрамындағы түрлі элементтер қосымша таралады. Мысалы: көмірді жағу үрдісінде қорғасын, хром, сынап, церий, уран, күміс, радий, қалайы және т.б. элементтер таралады.

Бұл қосылыстардың ең көп тараған түрі – бенз(а)пирен. Бенз(а)пирен сыртқы ортаға қара күйе, шаң, іштен жанатын двигательдердің бөліп шығаратын газдарының түйіршіктеріне тұтылу (адсорбция) арқылы тарайды. Ауадан жер бетіне отырып, топырақ түйіршіктеріне сіңеді. Сыртқы орта нысандарына түйіршіктер арқылы жүріп жатады, сондықтан ол ластағыш көздерден 5-10 км қашықтыққа дейін өте күшті концентрацияда (мөлшерде) тарай алады. Бенз(а)пиреннің ШМШ-ры топырақта 0,02 мг/кг, суда 0,000005 мг/л, ауада 0,0000001 мг/м³ [44].

Кесте 3 - Ауыр металдардың және мышьяктың ауадағы ең жоғарғы залалсыз мөлшері, мг/м³

Элементтер, оның қосындылары	Елді мекендерде	Өндіріс кәсіпорындарда, ең жоғарғы бір жолғы	Қауіптілік тобы
Ванадий (бес тотығы)	0,002	0,03	1 (өте күшті)
Кобальт (металл түрінде)	0,001	0,17	1
Марганец (тотық, қосылыстары)	0,01	0,1	2 (жоғары)
Мыс (тотығы)	0,002	-	2
Мышьяк (органикалық емес қосылыстар)	0,03	-	2
Никель (тотығы)	0,001	-	2
Сынап (металл түрінде)	0,0003	0,003	1
Қорғасын және қосындылары (тетраэтилқорғасыннан басқасы)	0,0003	0,003	1
Қорғасын күкіртті	0,0017	+	1
Хром алты валентті (тотық түрінде)	0,0015	-	1
Мырыш (тотығы)	0,15	2	3 (орташа)

Автокөліктердің қоршаған ортаға жағымсыз әсерін төмендету - тұрақты қоғам құрудың маңызды шарты. Сондықтан қазіргі таңда жанармайды аз жұмсайтын автокөліктер үлгілері жасалып, бензинді сұйылтылған газға алмастыру, бензиннің орнына мал азықтық (қызылша, жүгері) өсімдік майларын пайдалану қолға алынуда. Қара металлургия, шойын балқыту, оны құрышқа қайта өңдеу кезінде де атмосфераға лас түтін көп бөлінеді. 1 тонна шойынды балқыту кезінде 4,5 кг шаң, 2,7 кг күкіртті газ, 0,5-0,1 кг марганец бөлінеді. Сонымен қатар, қоршаған ортаға біраз мөлшерде As, P, Sb, Pb қосылыстары, Hg парлары, шайырлы заттар бөлінеді. Түсті металлургияда ауаны шаңмен, газбен ластау көзі болып табылады. Түсті металлургиядан атмосфералық ауаға шаңды заттар, As, Pb және т.б. заттар бөлінеді. Электролиз арқылы алюминий алу кезінде де электролиздік ванналардан көптеген шаңды және газды фтор қосындылары бөлінетіні көрсетілген. 1 тонна алюминий алу үшін электролиздердің түрі мен қуатына байланысты 33-47 кг фтор жұмсалып, оның 65% қоршаған ортаға тарайды.

Келтірілген мысалдар жылдан-жылға арта түскен ауыр металдардың қысымы биосфераға тұрақты ықпал жасайтын экологиялық күшке айналғанын көрсетеді [45].

1.4 Минералды тыңайтқыштармен топырақ қабатына ауыр металдардың таралуы

Агрономиялық кендердің құрамында кездесетін ауыр металдар минералды тыңайтқыштардың құрамында болуы табиғи деп есептеледі. Осыған орай, тыңайтқыштардың құрамындағы ауыр металдардың мөлшері бастапқы шикізаттың құрамына және оларды өңдеу технологияларына тікелей тәуелді болады.

Бейорганикалық фосфорлы тыңайтқыштардың құрамындағы қауіпті ауыр металл қоспаларының мөлшері 4-6 кестелерде келтірілген.

Кесте 4 - Суперфосфаттағы негізгі қоспалар

Қоспа	Мазмұны, млн ⁻¹	Қоспа	Мазмұны, млн ⁻¹
Мышьяк	1,2-2,2	Қорғасын	7-92
Кадмий	50-170	Никель	7-32
Хром	66-243	Селен	0-4,5
Кобальт	0-9	Ванадий	20-180
Мыс	4-79	Мырыш	50-1430

Кесте 5 - Минералды тыңайтқыштар мен мелиоранттары құрамындағы қоспалардың мазмұны

Қоспа	Мазмұны, млн ⁻¹	Қоспа	Мазмұны, млн ⁻¹
Мыс	0,02-0,4	Қорғасын	10 ⁻⁴
Стронций	0,4-1,8	Диспергатор	0,04
Молибден	0,04-0,11	Мышьяк	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
Бор	0,11-0,19	Фтор	0,2-3,4
Марганец	0,9-1,6	Кадмий	10 ⁻⁴
Мырыш	0,07-1,3	Биурет	0,3-2,7

Кесте 6 - Минералды тыңайтқыштардың құрамдарындағы мырыштың мазмұны, мг/кг

Тыңайтқыш түрлері	Мырыштың мазмұны
Аммиак селитрасы	0,3
Аммофос	17-138
Хлорлы калий	2,8
Күрделі қоспалар	13-18
Суперфосфат	18-44

Шетелде өндірілетін суперфосфатты тыңайтқыштардың құрамындағы кадмийдің мөлшері өте көп екенін ғалымдар зерттеп көрсеткен. Есептеулер бойынша 1 кг суперфосфат құрамында: 60-240 мг хром, 45-1400 мг мырыш, 6-85 мг қорғасын, 45-165 мг кадмий, 1-2 мг мышьяк, 0,8 мг кобальт, 5-30 мг никель, 4 мг дейін селен, 75 мг дейін мыс, 150 мг дейін ванадий және т.б. аздаған мөлшерде өзге ауыр элементтер бар. Кольск апатиттерінен өндірілген суперфосфат құрамындағы кадмийдің мөлшері 7 мг/кг дейін болса, бастапқы шикізатындағы мөлшері 6 мг/кг болған. Сондай-ақ, Хабин апатитінен өндірілген суперфосфаттағы топырақты ластаушы элемент болып табылатын кадмий мөлшері америкалық тыңайтқыш көрсеткішінен 100 есеге дейін төмен, сәйкесінше қауіпті деп саналмайды [46].

Келесі авторлардың мәліметтері бойынша калийлі және хлорлы тыңайтқыштардағы кадмий мазмұны 0,3 мг/кг дейін, алюминий 1,5 мг/кг дейін болса, калий сульфатының құрамындағы қорғасынның мөлшері 10мг/кг дейін анықталған, ал кадмийдің мазмұны 0,1 мг/кг, сынап 0,07 мг/кг, алюминий 0,17 мг/кг анықталса, калий тұздарындағы қорғасын 4 мг/кг, кадмий 0,14 мг/кг, алюминий 3,8 мг/кг болған. Суперфосфат гранулаларындағы мыстың мөлшері 13,8 мг/кг, хром 7,4 мг/кг, темір 1450 мг/кг, никель 5,8 мг/кг, мырыш 18,7 мг/кг, кадмий 3,3 мг/кг, қорғасын 40 мг/кг, марганец 214 мг/кг болса, хлорлы калийлі тыңайтқыш құрамында мыстың мөлшері 4,3 мг/кг, кадмий 4,17 мг/кг, мырыш 11,8 мг/кг, қорғасын 4,31 мг/кг, марганец 390 мг/кг дейін анықталған.

Суперфосфат тыңайтқышын қолдану есебінен топырақ бетіне жылына 150 тоннаға жуық кадмий таралатыны анықталған. Мұның себебі ретінде минералды тыңайтқыш құрамындағы кадмийдің мөлшері 35-40 мг/кг болуында [47].

Қазақ ұлттық аграрлық университеті ғалымдарының (2001) көпжылдық зерттеулерінің нәтижесінде 1 га егістік жерге 60 кг фосфор тыңайтқышын енгізгенде, онымен бірге, 6-8 кг фтор, 3-4 г кадмий, 3,8 г қорғасын, 10 г мырыш, 320 г марганец, 20 г мыс, 3 г кобальт және басқа микроэлементтер мен ауыр металдар, ал 60 кг хлорлы калийді қолданғанда топыраққа 35 кг-ға дейін хлор түсетіні дәлелденген.

Кесте 7 - Тыңайтқыштардың құрамындағы уран мен торий мөлшерлері, мг/кг

Тыңайтқыштар	^{238}U	^{232}Th
Аммофос: Қаратау фосфоритінен	10	10
Хибин апатитінен	4	8
Диаммофос: Қаратау фосфоритінен	22,5	17
Хибин апатитінен	0,10	15
Қос суперфосфат: Кингисеп фосфоритінен	17,3	11
Хибин апатитінен	3,5	10
Суперфосфат: Қаратау фосфоритінен	4,4	23
Хибин апатитінен	1,2	32

Минералды тыңайтқыштардың бір қатары топырақ жамылғысын табиғи радиобелсенді заттармен уран, радий, торий және т.б. ластаушылары да бола алады. 7-кестеде елімізде Қаратау фосфориттерінен алынған минералды тыңайтқыштардың құрамында 2-7% аралығында уран мен торий мөлшері кездесетіндігін көруге болады.

Фосфор тыңайтқыштарымен бірге топыраққа тұрақты түрде стронций де түседі. Себебі оның мөлшері Хибин апатитінде 2% және стронций калийдің химиялық аналогы, сондықтан агроруданы өңдеу кезінде одан құтылу ауыр жұмыс. Фосфор тыңайтқыштарын алатын апатит құрамында қоспа түрінде сирек кездесетін элементтер де (лантанидтер) болады [48].

1.5 Ауыр металдардың топыраққа өнеркәсіп қалдықтары арқылы түсуі

Қазақ жерінде 90-нан астам пайдалы қазбалы кен түрлері бар. Қазіргі кезде мемлекеттік есепте 1200-ден артық минералды шикізаттардың түрі тіркелген. Республика аумағында көмірсутекті шикізаттардың (мұнайлы-газды) 16 бассейні табылған. Олардың барланған қоры бойынша (2,1 млрд т мұнай, 0,7 млрд т конденсат, 2,6 трлн текше метр ілеспе газ) еліміз дүние жүзінде он екінші орында. Мырыштың қорынан бірінші, алтын, қорғасын және марганец кендерінің қоры бойынша екінші, мыстың қорынан дүние жүзінде төртінші орын алады. Таскөмірдің барланған қоры 30 млрд т., темір рудасының қоры 17 млрд т., фосфорит 700 млн тоннадан артық, хромит 400 млн тоннадан артық, басқадай сирек және аса бағалы металдар мен руда емес кен қазбалары (күкірт, хлорлы магний, барит, асбест, флюорит) көптеп кездеседі [49].

Қорыта келгенде, республикамыздың жер қойнауы көптеген пайдалы кен байлықтардың қазынасы: Менделеев периодикалық жүйесіндегі 105 элементтің 99-ы табылған, оның 70-нің қоры барланған, өндіріске 60-тан артық элементтер тартылған. Қазақстан аймағында фосфорит қорының 65%; хромит қорының 98%; бокситтің 22%; қорғасынның 39%; вольфрамның 52%; азбест қорының 21%; мыстың 40%; бариттің 82%; молибденнің 30% және т.б. орын тапқан.

Соңғы кезде топырақ жамылғысының өндіріс қалдықтарымен ластануы шектен асып барады. Мысалы, Шығыс Қазақстан облысының 18 мың шаршы шақырым жерінде қорғасын мен мырыштың, 5 мың шаршы шақырым жерде мыстың және 3 мың шаршы шақырым аумағында мышьяқтың техногендік биохимиялық провинциялары пайда болған. Мұндай жағдайлар Ақтөбе облысының жерінде (хромды провинция), Түркістан, Жамбыл, Қарағанды облыстарында, Балқаш және т.б. өндірістік қалалар аумағындағы жерлерде өрістеген.

Топырақтың ауыр металдармен ластануы барлық өндірістік өңірлерде дамыған. Мысалы, Шымкент қаласының өндірістік аймағындағы топырақтың құрамында қорғасын мен кадмийдің мөлшері ШМК-дан 200 есе және одан да көп табылған, ал бұл аймақта қала халқының 15%-ға жуығы мекендейді [50].

Мұнай өндіру аумақтарында сәулелену күші 100-17000 мкр/сағат болатын 267 учаскеден топырақ радионуклидтермен ластануда. Мұндай жерлердің жалпы көлемі 650 гектарға жеткен, радиобелсенді қалдықтардың (залалсыздандыру) жұмыстары жаңадан қолға алынуда.

Семей ядролық сынақ полигонында 1949-1989 жылдары 470 ядролық жарылыс болды. Осының салдарынан көлемі 4,5 мың шаршы шақырым жерде ШМШ-дан әлдеқайда жоғары радиобелсенді сәулелену (цезий 137, стронций 90) тіркелген [51].

Мелиорант ретінде ауылшаруашылығында кеңінен пайдаланылатын өндірістік қалдықтар, сланецтер, шлактар, таскөмір, цемент шаңы, фосфогипс ауыр металдарын таратушылар болып табылады [52].

Мұндағы фосфогипс минералды тыңайтқыштар өндіретін кәсіпорындардың қалдығы болып табылады. Апатит концентратын күкірт қышқылымен суспензиялау жолымен ортофосфор қышқылын алу

реакциясының нәтижесінде түзіледі. Фосфогипс кальций элементінің химиялық аналогы бола отырып, жануарлар мен өсімдіктердегі зат алмасу үрдісін бұзушы болып табылады. Осыған ұқсас, стронций элементінің кеңінен топырақ қабатында таралу жолымен адамдар мен жануарлардың буын ауруларын, сүйектерінің майысқақ, сынғыштығын арттырады, қозғалыс қабілетін төмендетеді [53].

Фосфогипс қолданғанда өсімдік құрамы едәуір өзгертіні байқалады. Мысалы, бұршақпен жасалған тәжірибеде фосфогипс қолданған жерде өсімдікте стронцийдің мөлшері 4 есе, ал кальцийдің мөлшері бар болғаны 1,4 есе артқан, бұл вариантта бұршақ көкмайсасындағы кальцийдің стронцийге қатынасы 17,0-19,0 болса, фосфогипс қолданбаған вариантта ол 51-64-кетең болған. Мұнымен қоса, Жамбыл заводы шығаратын фосфогипсте суда ерігіш фтор элементі 50-70 мг/кг мөлшерінде болады, ал жалпы қорғасын 39-40 мг/кг және жалпы кадмий 2,5-4 мг/кг көлемінде кездеседі [54].

Ауыр металдар – тіршілік протоплазмасының уы, олардың улағыштық қабілеті металдардың салыстырмалы атомдық массасының өсуіне байланысты арта түседі.

Республика жерінің жартысынан көбі (66%-ы) қуаңшылық аймақтарда орналасқан. Осыған байланысты бұл топырақтардың ластанып, бүліну мәселелерінде басқа жерлердей өзіндік ерекшеліктері бар. Бұл жерде ластағыш заттардың өзіне тән жайылып, айналаға тарау жағдайлары бар, жер бетінің тегістігіне байланысты топырақтардың ластану деңгейі жоғары болып келеді.

Ауыл шаруашылық жайылымдары мен жерлері ретінде қолданылатын еліміздегі жерлердің топырақ қабатын ластаушылардың ішінде ең көп таралғаны және аса қауіпті заттар ретінде бор, фтор мен нитратты қосылыстарды айтуға болады. Суармалы егімтік жерлерінің аймақтарын ұлғайту үшін көкөніс, бау-бақша дақылдарын, картоп және т.б. егетін тараптарда өндірістік ақаба сулар мен қалалардың кәріздік лас суларын пайдалануда.

Нәтижесінде, суармалы егін алқаптарының топырақ қабаты зиянды, улы заттармен ластанып, қолданылу мүмкіндігінен айырылуда. Мысалы, Сорбұлақ көліне жинақталатын Алматы қаласының ластанған суларымен 10 жылдан аса суғарылған егін алқаптарындағы фтордың мөлшері 7 мг/кг астам дәрежеде жоғарылап, мүмкін шектік шоғырынан 3 есеге дейін артып кеткен. Аталған алқаптағы егілген жүгері мен жоғышқа өнімінің құрамында қорғасын, хром мен кобальт мөлшері мүмкін шектік шоғырынан бірнеше есе жоғарылап кеткен.

Өндірістік кәсіпорындарың қалдықтарымен ластанған топырақ қабатының жергілікті аймақтық ерекшеліктерімен сипатталады.

Атап айтсақ, мырыш, титан, магний, қорғасын алып комбинаттары, конденсатор зауыты, бірнеше жылу электр стансалары орналасқан Өскемен қаласы. Аталған өндірістік кәсіпорындар толығымен қаладағы ауа ортасын, жергілікті өзен сулары мен топырақ қабатын тұрақты және белсенді түрде ластауда. Қаладан 20-25 шақырым қашықтықтағы қара және қарақоңыр топырақ қабатындағы мыс, қорғасын, күкірт, сурьма, мырыш, кадмий, мышьяк

және т.б. элементтердің мөлшері таза топырақ қабатындағы мөлшерімен салыстырғанда ондаған есе жоғарылап кеткені анықталған.

Ал, Риддер қаласының маңындағы топырақтарда 17 см-лік тереңдікке дейін қорғасынның, мырыштың, кадмийдің, мышьяқтың және висмуттың айналадағы тірі жәндіктерді улайтын, жоғары мөлшерлері табылды.

Қаладағы Ертіс полиметалды комбинатының периметрі 5 кг болатын аймақтағы топырақ құрамынан анықталған қорғасын мөлшері 180 мг/кг дейін, мыс 35 мг/кг аса, кадмий 20 мг/кг дейін, мырыш 60 мг/кг дейін анықталған. Осы аумақтағы 0,2 мың га ауылшаруашылығы жерлері қорғасынмен күшті деңгейде ластанған. Шымкент қаласының 50 км радиусындағы топырақтарда қорғасын мөлшері 314,6 мг/кг (ШМШ 32 мг/кг), мыс 63,0 мг/кг (ШМШ 3 мг/кг), мырыш мөлшері 107,8 мг/кг (ШМШ 23 мг/кг) болған. Ақтөбенің «Фосфохим», хром қосындылары және феррасплав зауыттарының 10 км радиусындағы жерлерде қорғасын мөлшері 70,4 мг/кг, кадмий 12,2, мыс 74,8 мг/кг, мырыш мөлшері 109,8 мг/кг-ға дейін табылған. Жамбыл қаласындағы тыңайтқыштар өндіретін зауыттар да 25 км радиуста топырақ жамылғысын күшті деңгейде ластауда. Мұндай деректер барлық өндірістік қалалардың айналасындағы жерлердің бәрінде орын алған.

Топырақтардағы ауыр металдардың өсімдікке уыттылығын төмендету жолдары әр түрлі. Бұлардың негізгілері – топырақтың сіңіру кешенін пайдалану, атап айтқанда: 1) топырақтың сіңіру кешеніне ерітінді түріндегі ауыр металл қосылыстарын суда қиын еритін немесе ерімейтін қосылыстар түріне (карбонаттар, фосфаттар немесе гидрототықтар және сульфаттар) айналдыру, яғни, химиялық жолмен тұнбаға түсіру немесе преципитация әдісін қолдану; 2) биологиялық сіңіру, яғни, топырақты мекендейтін төменгі және жоғары сатылы ағзалардың органикалық заттарына айналуы арқылы ауыр металдардың жылжымалылығын азайту; 3) топырақты органикалық заттармен байыту арқылы қара шіріндісін көбейту; 4) химиялық аналогтардың иондар антогонизмін пайдалану (Са және Sr, Cd және Zn, К және Cs т.б.).

Екінші бағыт – топырақтың беткі ластанған қабатынан ластағыш заттарды алып тастау. Бұл үшін топырақтың құнарлы қабаты қалың болса (30-40 см) жерді плантажды терең аударып жыртуға да болады. Ауыр металдарды күшті еріткіштермен (рН 3-ке дейінгі H_2SO_4 немесе $AlCl_3$ мен $FeCl_2$ -нің HCl -мен рН 3-ке дейін қышқылданған 0,025н ерітіндісі) ерітіп, көп көлемдегі сумен жуып, шаю.

Үшінші бағыт – ауыр металдармен орташа ластанған топырақтарға азық түріне жатпайтын өсімдіктердің (техникалық, мелиоративтік) төзімді түрлерін бірнеше жыл өсіре отырып, ластану деңгейін төмендету [54].

1.6 Ауыр металдардың адам денсаулығына кері әсері

Қорғасын-улы канцерогенді металл, улы дозасы 1-3 г және бір адамға 10 г өзі өлімге әкеледі. Ол адам ағзасына ас қорыту, тыныс алу, тері арқылы енеді, адам ағзасында жиналады және оны шығару қиынға соғады. Қорғасынмен үнемі жұмыс жасағанда оның уыттылығына байланысты әртүрлі аурулар пайда болады.

Қорғасынмен ластану кеңінен таралуына байланысты бүкіл халық әлеуметтік-экономикалық жағдайға, нәсілге немесе тұрғылықты жеріне қарамастан (ауыл, қала, қала маңы) оның әсеріне ұшырайды. Бірақ, қорғасынмен улану көп жағдайда танылмай қалып тұр, себебі аз мөлшерлі дозада интоксикацияның айқын белгілері зардап шеккендердің шағын пайызында ғана байқалады. Қорғасынмен улануды, жоғары дозаны есептегенде, қан анализінің мәліметінсіз диагноз қою өте қиын немесе мүмкін емес [55].

Мектепке дейінгі жастағы балалар қорғасынның зиянды әсерін тез қабылдағыш, себебі олардың нерв жүйесі қалыптасу барысында.

Заманауи медициналық түсініктерге қарай, бала ағзасында қанның әр децилитріне 10 микрограммға дейін қорғасынның болуы қауіпсіз. Бірақ, Цинцинаттағы Балалар Медициналық Орталығының жүргізген зерттеулері көрсеткендей, бұл сан кем дегенде 2 есе аздау керек. Зерттеушілер төрт мың оқушыларға интеллект сынағын өткізіп, олардан алынған нәтижелерді балалар қанындағы қорғасын дәрежесін есептегенде, 2,5 микрограмм/децилитр улы доза ретінде қарастыра алатыны анықталды.

Тіптен қорғасынның төмен дозасымен улану балалардың интеллектуалды дамуының төмендеуіне, зейіні мен оқуға үлгермеуіне, агрессиялығына және басқа проблемаларға әкеп соғады. Туылған кезіндегі төмен салмақты және керең болуы қорғасынмен улану салдары болып табылады. Уланудың жоғары дозасы ақыл-ой кемтарлығына әкеліп соғады, кома, тырысқақ және өлімге жетелейді.

Қорғасынның зиянды әсері ересектерде қан қысымының жоғарылауымен, нерв жүйесінің, бауыр, бүйректің бұзылуымен сипатталады [56].

Адам ағзасына қорғасынның көп мөлшері азық түлікпен, сонымен қатар сумен және шаңды аэрозольдермен түседі. Қорғасынның адам ағзасына түсуінің ең қауіптісі ластанған топырақтардың шаңды аэрозольдермен түсуі болып табылады. Қорғасын іш құрылыстың барлығын, сонымен қатар бүйректі улайды. Қорғасынмен ұзақ мерзімде байланыста болуынан бүйректің функционалды жағдайы бұзылып, қайтымсыз созылмалы нефропатиеге айналады [57].

Қорғасынның жоғары мөлшері жүкті әйелдерге ерекше қауіп төндіреді, себебі қорғасын плацента арқылы еркін еніп, ұрыққа улану әсерін береді. Балалық шақта сүйек ұлпаларында жиналған қорғасын, жүкті кезінде қайта қанға өтіп, ана мен бала денсаулығына қауіп төндіреді.

Бала ағзасына қорғасынның түсу көзі көбінесе шаң және топырақ болып табылады. Тіптен балалардың ойнайтын және аузына салатын ойыншықтарында жиналған шаңдағы қорғасынның аз мөлшері үлкен қауіп төндіреді. Құрамында қорғасын бар топырақ пен шаң бөлшектері, далада ойнау кезінде немесе киім, аяқ киім және ойыншық арқылы үйге еніп, улану көзіне айналады.

Қорғасынның тісте болуы, бұл металдың 95 % қоры жиналатын, сүйек жүйесінде ұзақ мерзімде жиналуының салдарынан болады. Қорғасын құрамының қалыпта болуы $1,3 \pm 1,1$, Қазақстанның кейбір аудандарында

салыстырмалы 20-35 мкг/г, Шымкенттегі қорғасын зауыты маңындағылар үшін $29,7 \pm 1,3$ мкг/г тең. Ұқсас мәліметтер Германиядан алынған, ал Данияда балалар тісінде қорғасынның орташа құрамы 10,7 мкг/г тең [58].

Үлкен қалалар ауасындағы қорғасынның орташа концентрациясы ШМШ $0,3$ мкг/м³ тең болғанда, $0,5 - 1$ мкг/м³ тең. Бұл жағдайда ересек адам ағзасына күніне 8 мкг, ал бала ағзасына 2 мкг түседі.

Өте қауіпті заттың бірі кадмий, оның 30-35 мг мөлшері қазаға әкеліп соқтыруы мүмкін. Аталған металдың ағзадан қайта шығуы өте баяу, 0,1% тәулігіне болады. Кадмий металымен уланған ағзаның бастапқы нышандарына бүйрек және жүйке жүйелерінің зақым алуы, белоктардың зәрде анықталуы, жыныстық мүше қызметтерінің ауытқуы және т.б. Сонымен қатар, канцерогендік әсерімен қоса өкпенің дұрыс жұмыс жасамауына әкеліп соғады. Адам ағзасына көп мөлшерде кадмий металы келіп түсу себептерінен бауырдың жұмысының бұзылуы, қанның жалпы азаюы, кардиопатия, гипертония және басқа да көптеген сырқаттарға алып келуі мүмкін [59].

1.7 Биоиндикация түсінігі мен түрлері

Биоиндикация – қоршаған орта жағдайын тірі объектілер арқылы бағалау. Тірі объектілер (немесе жүйелер) дегеніміз – жасушалар, ағзалар, популяциялар, құрамдар. Олардың көмегімен абиотикалық (температура, ылғалдық, қышқылдық, тұздылығын, поллютанттар құрамы және т.б.) және биоталық факторлардың (ағзаның, популяциялары мен құрамдарының жақсы жұмыс істеуі) бағалауын жүргізуге болады [60].

«Биоиндикация» термині көбінде еуропалық әдебиеттерде қолданады, ал америкалық әдебиеттерде мағыналары ұқсас «экотоксикология» терминімен алмастырылған.

«Неге қоршаған орта жағдайын бағалау үшін физика-химиялық әдіспен бағалау оңайырақ болғанымен, тірі объектілерді қолдануға мәжбүрміз» деген сұрақ жиі қойылады. Ван Штраален (1988) ойы бойынша биоиндикацияны теңдесі жоқ ететін үш жағдайы бар.

1. Фактор өлшенеуі мүмкін емес. Өткен ғасырлардың климатын қайта құру әрекетіне тән. Солтүстік Америка өсімдіктері шаңдарының ұзақ мерзімдегі анализі жылы ылғал климаттың құрғақ салқын климатқа, одан әрі орман құрамдарының шөпті құрамдарға ауысқанын көрсетті. Басқа жағдайда диатомды су шөптерінің қалдықтары (ацидофильді және базофильді түрлердің) Швеция өзені суы белгілі себептерге байланысты қышқыл реакция болғанын бекітуге мүмкіндік берді.

2. Факторды өлшеу қиын. Кейбір пестицидтер тез шіріп, олардың топырақтағы негізгі концентрациясын анықтауға мүмкіндік бермейді. Мысалы, инсектицид дельтаметрин шашқаннан кейін бірнеше сағат қана белсенді, бірақ оның фаунаға (қоңыз бен өрмекші) әсері бірнеше аптаға дейін созылады.

3. Факторды өлшеу оңай, бірақ түсіндіру қиын. Тірі табиғат үшін жағдайдың қауіптілігі сонша, әр түрлі поллютанттардың (егер олардың концентрациясы шектен тыс болмаса) қоршаған ортадағы концентрациясы жайлы ақпараттар белгісіз. Әр түрлі заттектерге шектік мүмкіндік шоғыры

(ШМШ) тек қана адам үшін жасалғандықтан, басқа тірі ағзаларға бұл көрсеткіштер тарай алмайтындығы анық [61].

Ортадағы ластағыш концентрациясының белгілі түрі, табиғатты қорғау көзқарасы бойынша, қандай салдарға әкелеуі мүмкін екенін білу маңызды. Биоиндикация ортаның антропогендік өзгерісінің биологиялық салдарын бағалауды қамтамасыз етеді.

Физикалық және химиялық әдістер фактордың сапалық және сандық сипаттамасын береді, ал биологиялық әрекетін жанамалы түрде сипаттайды. Биоиндикация керісінше орта өзгерісінің биологиялық салдары жайлы ақпарат алуға, ал фактор жайлы жанама қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Сөйтіп, орта жағдайын бағалау кезінде физика-химиялық әдістерді биологиялық әдістермен үйлестірген жөн [62].

1.7.1 Биоиндикаторлар

Биоиндикаторлар дегеніміз – орта жағдайын бағалау үшін қолданатын биологиялық объектілер (жасушалар мен биологиялық макромолекулалардан бастап экожүйе мен биосфераға дейін). Биоиндикаторлар тірі ағзалардың әр түрлі деңгейіне жататынын ерекшелену үшін «биоиндикаторлық жүйе терминін» қолданады.

Биоиндикаторды таңдау критерийі:

- Тез жауап;
- Сенімділік (20 % қателік);
- Оңайлық;
- Мониторингті мүмкіндіктер (табиғатта үнемі кездесетін объект).

Биоиндикатор түрлері:

1. Сезімтал. Көрсеткіші қалыпты жағдайдан асқан кезде әсерін тез сезіп, бұзылады. Мысалы, жануар іс-әрекетінде, жасушалардың физиологиялық реакцияларында өзгерістер бұзылу факторының әсері басталысымен байқауға болады.

2. Аккумулятивті. Әсерлер айқын бұзылуларсыз жинақтала береді. Мысалы, бастапқы кезеңде орманның ластануы негізгі сипаттамалары (көлемі, әртүрлілігі және т.б.) бойынша қалыпты болып табылады. Уақыт өте келе олардың сирек кездесетін түрлері, ағзалардың жалпы саны және т.б. азаяды. Сондықтан орман құрылымы биоиндикатор ретінде қоршаған ортаның өзгеруін бірден анықтай алмайды.

Биоиндикатордың екі негізгі сипаттамасы бар: ерекшелігі мен сезімталдығы.

Спецификалығы төмен жағдайда биоиндикатор әр түрлі факторларға әсер етеді, ал жоғарыда – тек біреуге (спецификалық және спецификалық емес биоиндикацияға мысал).

Сезімталдығы төмен жағдайда фактордың нормадан қатты бұзылу, ауытқуларына жауап береді, жоғарыда – мардымсыз.

Тест-ағзалар дегеніміз – зерттеу опыту ауа, су немесе топырақ сапасын бағалау үшін қолданатын биоиндикаторлар (өсімдіктер мен жануарлар).

Тест-ағзалар мысалы:

- біржасушалы жасыл балдырлар (хлорелла, требоуксия және т.б.)
- қарапайымдар: инфузория-туфелька;
- буын аяқтылар: дафни шаяны және артемия;
- мүктер: мниум;
- гүлділер: плевел дәні, кресс-салат [63].

Тірілер ұйымының әр түрлі деңгейіндегі биоиндикация.

Биоиндикация тірілер ұйымының барлық деңгейінде жүзеге асырылады: биологиялық макрожасушалар, жасушалар, ұлпалар мен мүшелерде, ағзаларда, популяцияда, құрамдарда, жалпы экожүйе мен биосферада. Бұл ақиқатты мойындау – бүгінгі биоиндикация теориясының жетістігі.

Биоиндикацияның төменгі деңгейінде биоиндикацияның тура және айрықша (өзіндік) түрі бар, ал жоғары деңгейде – жанама және айрықша емес. Бірақ екіншісі тұтас табиғатқа антропогендік ықпалдың әсерін комплексті бағалауға мүмкіндік береді.

Жасушалы және субжасушалы деңгейлер

Бұл деңгейдегі биоиндикация биоталық және физиологиялық шағын ағымындағы реакцияларына негізделген. Оның құндылығы поллютанттардың мардымсыз концентрациясын да анықтауға мүмкіндік беретін, бұзылуларға сезімталдығы болып табылады. Дәл осы деңгейлерде ортадағы бұзылуларды ертерек анықтауға болады. Ал кемшіліктеріне – биоиндикаторларға – жасушалар мен молекулаларға күрделі құрал-жабдықтарды қажет етеді.

Поллютанттар әсерінің нәтижелері:

- биомембраналардың бұзылуы (әсіресе олардың өткізгіштігі);
- макромолекулалар концентрациясы мен белсенділігінің өзгеруі (ферменттер, ақуыз, аминокышқылдар, май, көмірсулар);
- зиянды заттектердің шоғырлануы;
- жасушадағы физиологиялық үрдістердің бұзылуы;
- жасуша көлемінің өзгеруі.

Бұл деңгейде биоиндикацияның осы немесе басқа әдісін өңдеу үшін, поллютанттар әрекетінің механизмін анықтау керек [64].

Күкіртті газ. SO_2 жапыраққа саңылаулар арқылы еніп, жасушааралық кеңістікке түсіп, жасуша мембранасын бұзатын, SO_3^{2-}/HSO_3^- иондары суда еріп пайда болады. Нәтижесінде жасуша цитоплазмасының аралық сыйымдылығы төмендеп, оның қышқылдығы мен редокс-потенциалы өзгереді.

Озон және басқа тотықтырғыштар, мысалы пероксиацетилнитрат. Мембрана өтімділігін бұзады. Бұл әсер ауыр металл иондарының қатынасында күшейеді.

Барлық уақытта әсіресе мембрана хлоропластары – тилакоидтер зардап шегеді. Олардың жұмыстан бұзылып шығуы - поллюанттардың әсерінен фотосинтездің төмендеуінің негізі болып табылады.

Өте сезімтал ретінде фотосинтез процесін орта ластануының биоиндикациясы үшін қолданылады. Сонымен қатар 1) фотосинтез интенсивтілігін, 2) хлорофилл сәулеленуін бағалайды. Тест ағза ретінде көбінде мниум мүгін пайдаланады.

Макромолекулалар концентрациясы мен белсенділігінің өзгеруі.

Ферменттер. Поллютанттардың ферменттерге әсері ферменттердің субстратқа (С-Ф) қалыпты қосылу үрдісін бұзады. Ол үш түрлі әдіспен жүзеге асуы мүмкін:

1) субстрат орнына ферментке Ф-И комплексі болатын поллютант-ингибитор қосылады (СО улану);

2) поллютант ферментті субстратпен қатынасын ажыратып, баяулатады: С-Ф.

3) поллютант ферментпен субстратқа қосылып, оны ингибриттейді: С-Ф-И.

Нәтижесінде түрлі үрдістер бұзылады, мысалы:

- фотосинтез кезіндегі көмірқышқыл газының ассимиляциясы. SO_2 CO_2 -нің орнына фотосинтездің негізгі ферментінің белсенді орталығымен қосыла отырып, Кальвин жүйесінде CO_2 -нің тұрақтануын тоқтатады. CO_2 газ алмасуы биоиндикацияға жарамды;

- SO_2 -нің HS ақуыз топтарымен әрекеттесуі ферменттердің бұзылуына әкеледі.

- Жасушадағы қорғаныш заттектердің синтезі. Өсімдік жасушаларында әр түрлі бұзылулар әсерінен белгілі қорғаныш заттектер жиналады. Биоиндикация өсімдіктердегі келесі заттектердің концентрациясын анықтауға байланысты:

- пролин – стресстің индикаторы болып табылатын амин қышқылдары. Оның концентрациясы автокөлік жолы маңындағы тисса жапырақтарында және тұздалған топырақтағы талшын жапырақтарында жоғарылаған.

- аланин – аминқышқылдары требоукси балдырлары, сосна мен жүгері жасушалары ластанғанда жинақталған;

- пероксидаза және супероксиддисмутаза. Стресстер әсер еткенде улы тотығы пайда болады, оларды пероксидаза залалсыздандырады. Мысалы, SO_2 пероксидаза белсенділігін арттырып, супероксиддисмутазаның изоферменттерінің пайда болуына әкеледі, оларды гель-электрофореза арқылы анықтауғы болады.

Дақтар. Өсімдік жасушаларының ластануында пигменттердің келесі өзгерістері болады:

- хлорофилл құрамының азаюы. Оның бұзылу сатылары (феофетин, феофорбидтер, пироль сақинасының ажырауы);

- хлорофилл а / хлорофилл в қатынасы төмендейді. Көбінде, шыршаның SO_2 -мен созылмалы улануы кезінде байқалады.

- хлорофильдің сәулеленуі бәсеңдейді.

Биоиндикацияда барлық бұл өзгерістерді хроматограф, спектрофотометр және флуориметр құралдары арқылы бекітіп отырады.

Аденозинүшфосфорлы қышқыл. АҮФ (АТФ) құрамы жасушадағы универсалды энергия көзі ретінде оның тіршілік қабілеттілігінің негізгі көрсеткіші. Оны сандық бағалауы үшін «энергетикалық заряд» деген көрсеткіш ұсынылған.

$$ЭЗ = \frac{АТФ + 0,5А,5}{АТФ + АДФ + АМФ}$$

АДФ және АМФ-аз энергиясы бар аденозиндифосфат пен аденозин монофосфор қышқылының молекулалары. Ауадағы SO_2 концентрациясының жоғарылауымен өсімдік жасушаларынан азаятыны көрсетілген.

Ақуыздар. Жасушалар ластанған кезде еритін ақуыздар концентрациясы азаяды.

Көмірсулар. Биоиндикация мақсаты үшін, газ түтінді лақтырыстар әсерінде бұршақ жапырақтарындағы глюкоза мен фруктоза санының өсуін бақылау үшін қолдану мүмкін.

Липидтер. Газды лақтырыстар липидтегі миристинді, пальмитинді және лауринді құрамының азаюына, ал линолевті және линоленивті қышқылдардың көбеюінеалып келеді [65].

Зиянды заттардың шоғырлануы.

Орта ластануының жақсы көрсеткіші тірі ағзалар жасушаларындағы поллютанттардың жоғары концентрациясы болып табылады.

Чучел, тұлып көмегімен құс жүнінде жиналған сынап арқылы ртутьпен ластану динамикасын бақылауға мүмкіндік туды. XX ғасырдың 40 жылдан бастап фазан, куропатка, сапсан және т.б. жүндерінде сынап құрамы 1840-1940 жж салыстырғанда 10-20 есе артқаны анықталды.

Жасуша көлемінің өзгеруі.

Газ түтінді ластану кезінде анықталды:

- қылқан жапырақты ағаштарының жасушалары үлкейеді;
- жапырақ эпидермисі жасушалары кішірейеді.

Жасушалардағы физиологиялық үрдістердің бұзылуы.

Плазмолиз. Өсімдіктер жасушаларында қышқылдар мен SO_2 әсерінен цитоплазма жасушалы қабықтан бөлінеді [66].

Ағзалы деңгей.

Ежелгі кезден бастап өсімдіктердің кейбір түрлері кен мен пайдалы қазбаларды іздеуде пайдаланған. Өсімдіктердің түтіннен бұзылуы XIX ғасырдың ортасында Англия және Бельгиядағы содалы фабрикалар маңында табылған.

Бұл деңгейде биоиндикацияның артықшылығы – еңбектің аз шығыны мен салыстырмалы арзандығы, себебі арнайы зертханалармен қызметкерлердің жоғары білімін қажет етпейді.

Өсімдіктер.

Биоиндикацияда қолданатын өсімдіктердің морфологиялық өзгерісі:

1. Жапырақ түсінің өзгеруі (спецификалық емес, кейде спецификалық, әр түрлі поллютанттарға реакциясы):

- Хлорофоз – талшық арасындағы жапырақтың ақшыл түсі. Топарқтағы ауыр металдар шектен тыс болғанда және ауаның газ түтінді ластануында байқаған.

- Жапырақ беттерінің сарғаюы. Хлоридтермен ластанған топырақтағы ағаштарға тән.

- Антоциан жинақталуына байланысты қызаруы. Күкіртті газдардан пайда болады.

- Қоңырлануы. Көбінесе шірікпен зақымдалудың бірінші деңгейін білдіреді.

- Жапырақ түсінің сұрлануы. Табак жапырағына озонның әсерінен пайда болады.

2. Некроздар – жапырақ ұлпаларының кейбір бөліктерінің өлуі, кейбір жағдайларда олардың формасы спецификалы.

- Дақты. Сортты Bel W3 табак жапырағындағы сұр дақтар озоннан пайда болады.

- Шеткі. Қыста қала жолдарындағы мұздарды еріту үшін төгетін, тұздардан (NaCl) липа жапырақтарынан көруге болады.

- «Балық скелеті» - талшық аралы және шеткі некроздардың байланысуы.

3. Ерте солу. Жылы жайда этилен әсерінен гвоздика гүлдері ашылмайды, орхидея жапырақтары солып қалады. Күкіртті газ таңқурай жапырағының солуынаалып келеді.

4. Дефолиация – бен жапырақтардың түсуі. Көбінде некроз бен хлороз әсерінен байқалады.

5. Ағзалар көлемінің өзгеруі спецификалық емес. Мысалы, қарағай қылқан тыңайтқыш зауытының маңында нитраттардан ұзарып, күкіртті газдан қысқарады.

6. Пішінінің, ағзаның саны мен күйінің өзгеруі. Жапырақтар пішінінің жылдам өзгеруі радиобелсенді сәулеленуден кейін білінген.

7. Өсімдіктер тіршілік формасының өзгеруі. Липа ағашына тән, жастық тәрізді өсу формасының өзгеруі атмосфераның тұрақты ластануында байқалған.

8. Тіршілігінің өзгеруі. Құрамында көп поллютант болғанда ағаш бонитеті 1-2 сыныптан 4-5 ке дейін түседі.

9. Жемістенуі түрленеді. Көп өсімдіктерде біліне бастайды. Мысалы, поллютант әсерінен қарақат пен шыршаның жемістілігі азаяды [67].

Биосфера деңгейіндегі биоиндикация.

Ортаның ғаламдық өзгеруінің кейбір индикаторларының мысалдары:

- «жылжымалы эвтрофикация».

- Климаттың ғаламдық жылуы. «Қызыл қар» қалыпты құбылыс айналуа. Бір жасушалы балдырлар санының өсуіне байланысты жоғары инсоляция болғаннан тауларда пайда болады.

- Ортаның фондық ластануы. Тіпті қорық аумағында соңғы 40 жылда жануарлар түрлері мен саны азайған [68].

1.7.2 Әр түрлі ортадағы биоиндикация

Эко-аналитикалық бақылаудағы физика-химиялық әдісі сияқты, зерттеу ортасына байланысты биоиндикацияның арнайы ерекшеліктері бар.

Өсімдіктер көмегі арқылы ауа-жерлік ортадағы биоиндикация.

Фитоиндикация – орта сапасын бақылау үшін өсімдіктерді пайдалану. Өсімдік ұйымын пайдалану өте тиімді болғандықтан, бұл бағыт арнайы атауға ие болды – индикациялық геоботаника.

Түр деңгейіндегі индикация.

Индикат деп – орта факторын немесе қасиетін анықтайтын, ал индикатор деп – орта қасиетін анықтайтын өсімдік түрін атайды.

Топырақ қасиетінің индикациясы:

- топырақтағы құнарлы элементтер қоры (трофтық):
- олиготрофтар (сфангты мүк пен қына; гүлділерден – микрозалы түрлер: қарақат, аршагүл, мүкжидек, қазанақ; құмды топырақ өсімдіктері: мысық табаны, жүнді сар-шатыр);
- мезотрофтар (жасыл мүктер, бүлдірген, алмұртшөп, иван-да-марья);
- эвтрофтар (мниум мүгі, таңқурай, қалақай, иван-чай, балқурай);
- құрамында азот бар:
- нитрофильдер (шытырлақ, қалақай, қылмақ, таңқурай, иван-чай, ит тікен, сасық шөп);
- нитрофобтар (сарғалдақ);
- топырақтың қышқылдығы (рН):
- аса ацидофильдер (рН 3-4,5): сфагнум, дикранум, су шырмауық, водяника, марьянник, жалтыр шөп, пушица, шүрегей, бетеге, аршагүл;
- орташа ацидофильдер (рН 4,5-6): қарақат, бүлдірген, қазанақ, мысық табаны, атқұлақ;
- базофилдер (рН>7,8): аю бадам, вяз, қабыржық, итшомырт, құлмақ, шытырлақ .

Сулы ортадағы биоиндикация.

Су сапасын бағалауда шешілетін негізгі мәселелер, үш топқа біріктіріледі:

- инфекциялы аурулардың қаупі;
- улылық;
- эвтрофикация.

Инфекциялы аурулардың қаупі.

Бірінші мәселенің шешімі ақаба сулардың тастанды сулармен ластануының мониторингімен анықталады. Дәл канализация суында, су арқылы таралатын инфекцияның негізгі көзі, патогенді микроағзалар болуы мүмкін. Бұл бактерия адамның тоқ ішегінле көп мөлшерде кездеседі, сыртқы ортада болмайды. *E.coli* адам ағзасына қажет, патогенді емес, бірақ оның сыртқы ортада кездесуі – тазаланбаған канализациялық төгінділердің индикаторы, онда патогенді микробтар болуы мүмкін [69].

Зерттеу үшін көлемі 100 мл су пробасын алып, ондағы *E.coli* санын санайды.

Улылығын бағалау.

Биоиндикацияда судың улылығын азайту үшін белгілі бір ағза түрін қолданады: дафния (*Daphnia magna*) және артемия (*Artemia salina*) шаяндары, қызыл (*Champia parvula*) және қоңыр (*Laminaria saccharina*) балдырлар, валлинсерия (*Vallisneria americana*), ряска.

Тест ағзалардың тірі қалуы, тыныс алу белсендігін және т.б. көрсеткіштерін бағалайды. Мысалы, ряска көмегімен ауыр металл иондарының бар екендігін екі жолмен анықтауғы болады:

- хлоропласттар қозғалысының бұзылуынан, олар жасушада концентрацияланбайды, ретсіз қозғалады.

- жапырақ жасушаларының өлуінен, оны өлі жасушаларға оңай енетін, бірақ тірілерін боямайтын, арнайы бояумен анықтауға болады. Өлі жасушалар саны судағы ауыр металл иондары концентрациясына пропорционалды.

Эвтрофикация.

Су құрамындағы биогендерге қарап су жүйесінің келесі трофикалық түрлерін ажыратады: олиготрофты (биогендері аз), эвтрофты (биогендері көп) және мезотрофты. Олиготрофты су айдындарындағы биоген жетіспеушілігі фитопланктонның көбеюіне жол бермейді, бірақ бентосты өсімдіктер жақсы дамиды. Эвтрофты су айдынында биогеннің көптігінен фитопланктон көбейіп, су бұлдырлап, жарық жетіспеушілігінен бентосты өсімдік азайып, биоалуандылықтың азаюына әкелетін, су астындағы оттегі жетіспеушілігіне алып келеді. Айдынның трофтылығын анықтауға биоиндикаторлар көмектеседі. Эвтрофты суларда құбылмалы құрттары және дафни шаяндары көп, олиготрофтыда циклоп-шаяндар көп болады [70].

Топырақтағы биоиндикация.

Биоиндикация келесі жағдайларда қолданады:

- топырақ таксонын және оның ата тегін анықтауда;
- топырақ пен топырақ үрдісінің жеке құрамын анықтауда;
- антропогендік ықпалды (топырақ рекреациясы, ластануы, эвтрофикациясы) бақылауда [71].

Топырақ таксонын және оның шығу тегін анықтау.

1. Крымның оңтүстік жағалауындағы қызыл түсті топырағының табиғатын топырақ фаунасының деректеріне қарап анықтау. Топырақ зерттеушілердің топырақтардың пайда болуы туралы екі болжамы бар: 1) бұл Италиядағы қызыл топырақтармен (terra rossa) бірдей топырақ; 2) бұл үшінші ғасырдағы қалдықтар.

2. Солтүстік-батыс Кавказдағы ормансыз таулы шыңдары топырағының табиғатын анықтау. Бұл шыңдағы жазық аймақтар, онда орман өсуі мүмкін еді. Мамандар ондағы топырақтарды кейде қара топыраққа, кейде таулы-өрістерге жатқызған.

3. Қара топырақтар ашық түсті емен ормандарының астында пайда болуы мүмкін. Мұнда омыртқасыздар саны жазық дала көлеміне тең екендігі көрсетілген. Мұндай жағдайда, топырақ жағдайын табиғи өсімдік жамылғысына қарағанда, жануарлар анық бейнелейді.

Топырақтың жеке құрамын анықтау.

Механикалық құрамы

Есек құрт – ауыр топырақ көрсеткіштері (құмды топырақтарда олардың ұялары құлайды).

Гумус түрлері.

Қатты гумус (мор) – көпаяқты-геофильдер, жұмсақ гумусты (муль) – ұзынаяқты масалардың құрттары диагностикалайды [72].

Органикалық қалдықтардың гумификация деңгейі.

Н.М. Чернова бойынша компосттардың зоологиялық сипаттамасы, түрлі омыртқасыздар тобының артықшылығы бойынша (жетілген компостта жауын құрттары көп), компосттардың жетілуінің әр түрлі деңгейін ажыратуғы мүмкіндік береді.

Ағаш шіруінің әр түрлі кезеңі, индикатор ретінде пайдалануғы болатын, әр түрлі ағзалар тобының қатысуымен болады. Бірінші кезеңде қоңыздар мен қабық құрттары, екіншіде – саңырау құлақтардың ферментативті белсенділігі, үшіншіде – құмырсқалар және төртіншіде – жауын құрттарын белгілейді.

Қышқылдық (рН)

Қышқылдық дегеніміз – топырақты омыртқасыздар ұйымының саны мен құрамы айырмашылығын анықтайтын жетекші фактор. Мысалы, жауын құртының саны қалыпты жағдайда рН 3 тен 8ге тура пропорционал.

Кальций құрамы

Калькофилдер – көміркішкіл кальцийден тұратын жерлік қабыршақты моллюскалар, көп қабатты диплопод, құрлық шаяндары, қабыршақ немесе сауыттар. Топырақтағы осы топтың көптігі кальций құрамы көптігін білдіреді.

Қарапайым топырақ үрдісін диагностикалау.

14 қарапайым топырақ үрдісі бар, сонымен қатар тұздануы, жазықтануы, лайлануы және т.б. Бұл үрдістерді диагностикалау үшін топырақты омыртқасыздардың экотоптары қолданылуы мүмкін.

Гидротермиялық тәртіп

Шығыс Сібірде мамырлық шартылдақ қоңызы жұмыртқаларының топырақтарда кездесуі, мәңгі тоң топырақ бетінде 2,2-3 м дейін жататыны және қыс мезгілінде мәңгі тоннан тоңған қабат қабысуы болмайтынын білдіреді. Еуропа бөлігінде мамырлық шартылдақ қоңызының болуы жер асты суының терең орналасуының көрсеткіші [73].

2 ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫНЫҢ ӘДІСТЕРІ МЕН НЫСАНДАРЫ

Зерттеулердің негізгі нысандары ретінде «Южполиметалл» АҚ маңындағы қалдықтықтар алынды.

Жұмыста зерттеу әдістерінің замануи кешендері ДТА, РФА, ИК спектрия, JOEL Жапон фирмасының JSM-6490 LV, JED-2300 Analyses Station электронды растрлы микроскоптары және INCA Energy 350 энергодисперсті микроталдау жүйесі, сондай-ақ, тәжірибелерді кешенді талдау әдістері, метрологиялық стандарттар, ғылыми тәжірибелік жұмыстар нәтижелерін математикалық өңдеу әдістері қолданылды.

Рентгенді-фазалық талдау М.Әуезов атындағы ОҚУ-нің Аккредиттелген Физика-химиялық зерттеу әдістері зертханасында ДРОН-3 дифрактометрін қолдану арқылы орындалды.

Дифференциалды-термиялық талдау шикізат материалдарын термиялық өңдеу нәтижесінде орын алатын өзгерістерді бақылау үшін қолданылды. Кешенді термиялық талдау, дифференциалды-термиялық талдау, термогравиметрия және массаның өзгеру жылдамдығын анықтау М.Әуезов атындағы ОҚМУ «Физика-химиялық талдау әдістері» аккредиттелген зертханасында Q-1500 дериватографымен Ф.Паулик, Л.Эрдеи жүйесінің көмегімен жүргізілді. Зерттеу шарттары: температуралық интервал 20-1500°C; сезімталдығы ДТА – 250 μV , ДТГ – 500 μV , ТГ – 200 мг; қыздыру жылдамдығы 7,5град/мин; диаграммалық лентаның қозғалу жылдамдығы – 2 мм/мин [74].

Сынамалардың микроқұрылымын талдау жұмыстары М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің Аккредиттелген «Инженерлік және биохимиялық материалдар» зертханасында JSM-6400LV растрлы электронды микроскопын қолдану арқылы орындалды. Аталған құрылғының көмегімен шикізат және өнімнің элементті химиялық құрамы энергодисперсиялық әдіспен анықталды.

Аккредиттелген заманауи зертханалық зерттеу құрылғылары мен аспаптарын қолдану, ғылыми-зерттеу және тәжірибелік жұмыстар нәтижелерінің дәлдігі мен шынайылығы кездесетіндігі анықталды.

Техногенді экожүйелер фитоценоздарындағы өсімдіктердің түрлік құрамын анықтауда арнайы анықтамалар пайдаланылды [75].

Өсімдіктер тұқымдары тұқым көлеміне тәуелді 0,3-1,5 см тереңдікке егіп орналастырады. Тұқымдардың өнгіштігі алдын ала тексерілді. Зертханалық тәжірибелердің орындалу реті мынандай болды: бұлақ құмын елеу және қыздыру, оны дистильденген сумен жуу, кептіру, тәжірибе нұсқасына сәйкес пропорцияда ластаушы агентпен араластыру, арнайы ыдысқа 200г мөлшерінде орналастыру, тұқымдарды егу, 60,0 %-ды ылғалданғанша минералды қоректің сулы ерітіндісімен суғару. Ылғалдылық алмасуын қалыпта сақтау үшін ыдыстар полиэтиленді пленкамен жабылып және 20-22°C температурада, табиғи жарықтану жағдайында жасалды. Тәжірибелердің барлық нұсқалары 3-реттен қайталанды.

Өсімдік тұқымдарын өңдеу - көгал түзуші шөптесін өсімдік тұқымдарын себер алдында 0,1 % көмірсутектер тотықтырғыш микроағзалар бар суспензиямен тұқымдар толық батып тұратындай мөлшерде ылғалдадық, екі сағат бұрын.

Алынған анализдерді статистикалық өңдеу $0,95 > P > 0,80$ болғанда орташа арифметикалық мәнін және стандартты шаманың ауытқуын есептеп шығарумен жүргізілді. Мәліметтер арнайы IBM "Pentium" компьютерінің көмегімен, қосымша "Excel" бағдарламасы пакеттерінің базасында өңделді.

Зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында сараптама, бақылау әдістері қолданылды.

Топырақтың ауыр металл иондарымен ластану көрсеткішін анықтау, ауыр металдардың адам денсаулығына зиянды әсерін анықтау, биоиндикация шаралары төменде көрсетілген нормативтік құжаттардағы талаптар бойынша жүргізілді:

1. Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі. Қазақстан Республикасы Президентінің 2007 жылдың 9 қаңтарындағы № 212-III ЗҚР Жарлығымен бекітілген;

2. Әсер етуді салыстырмалы бағалауды жүргізу жөніндегі басшылық (Шелл компаниясының ішкі құжаты, EP 95-0378, желтоқсан 2002 ж);

3. Шаруашылық бағыттарда атқарылатын жұмыстардың қоршаған ортаға әсерін бағалау жөніндегі әдістемелік көрсеткіші, Астана 2009 ж.

4. Өндірістік нысандарды жобалаудағы санитарлық-эпидемиологиялық талаптар. СанЕЖН №3792. ҚР Денсаулық сақтау министрлігі, 2005 ж.

5. Қазақстан Республикасының «Жануарлар дүниесін қорғау, өсімін молайту және пайдалану» туралы Заңы (2004ж, өзгертулермен және толықтырулармен 2007ж.).

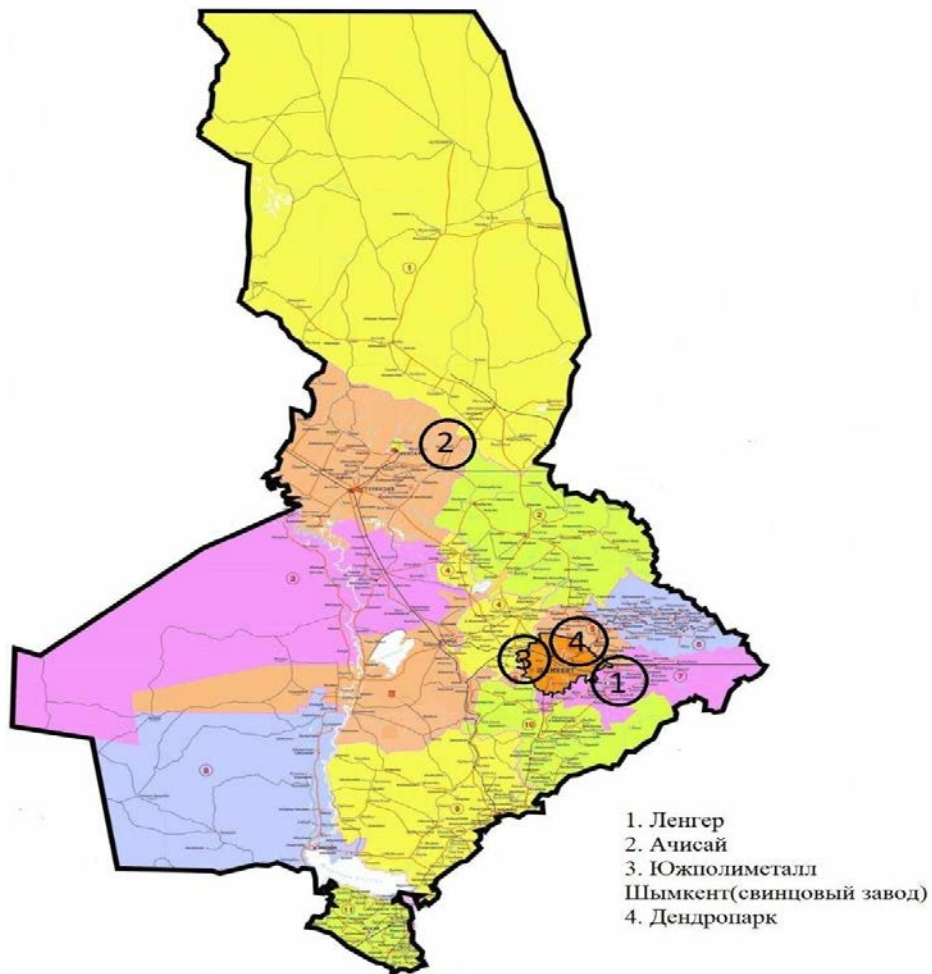
2.1 Зерттеу нысаны

Диссертациялық зерттеу жұмысының нысаны – ҚР Шымкент қаласында орналасқан «Южполиметалл» АҚ қорғасын зауытының қалдықтары.

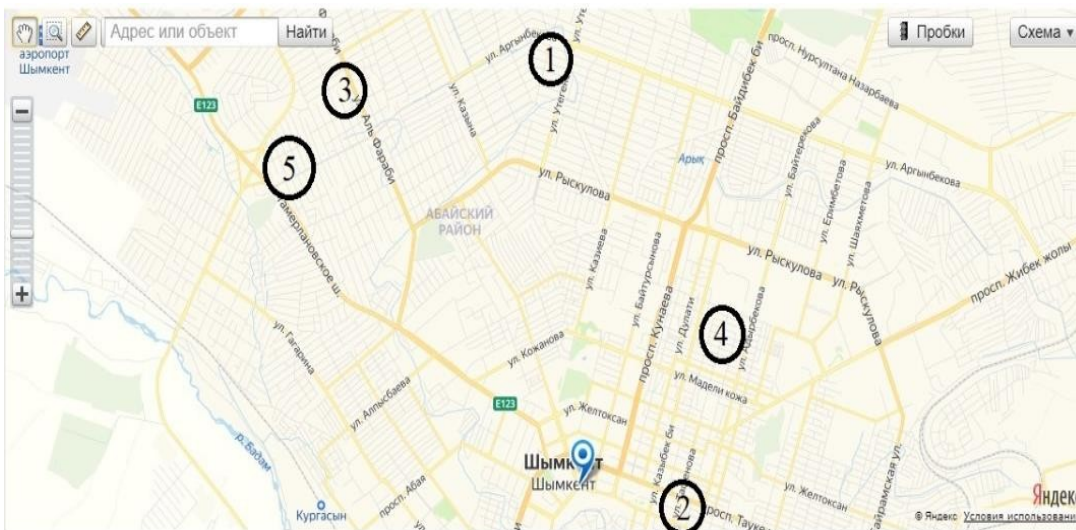
Түркістан облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстігіндегі әкімшілік-аумақтық бөлігі болып саналады. 1962 – 92 жылы Шымкент облысы деп аталды. 1-2 суретте көрсетілгендей аумағы 117,3 мың шаршы км. Тұрғын саны 19,420,100 адам (2021).

Солтүстігінде Қарағанды, шығысында Жамбыл облысымен және Қырғыз Республикасымен, батысында Қызылорда облыстарымен, оңтүстігінде Өзбекстан Республикасымен шектеседі. Облыс құрамында 11 әкімшілік аудан, 4 қалалық әкімдік, 7 қала (Шымкенттен басқа, 2-сурет), 13 кент, 171 ауылдық округ, 932 ауыл бар.

Түркістан облысының жер бедері негізінен жазық (орташа биіктігі 200 – 500 м, 1-сурет). Солтүстігінде тасты-сазды Бетпақдала шөлінің оңтүстік-батысы, Ащыкөл ойысы, Тоғызкентау жоны, Шу өзенінің төменгі ағысы және Мойынқұм құмды алқабының батыс бөлігі орналасқан [76].



Сурет 1. Түркістан облысының картасы



- 1. Аргынбекова, 63
- 2. пр. Тауке хана, 61
- 3. ул. Аль-Фараби, 57
- 4. Шокана Уалиханова, 103
- 5. Калдаякова, 38

Сурет 2. Шымкент қаласының картасы

Табиғи-климаттық жағдайы

Түркістан облысы Тұран ойпатының шығысы мен Тянь – Шаньның батыс тау сілемдерінің батыс бөлігінде орналасқандықтан климаты континенттік құрғақ, күндізгі және түнгі, қысқы және жазғы температураның жылдам контрастық өзгеруімен, қыстан жазға бірден ауысуымен сипатталады. Климаты - қысы қысқа, жұмсақ, қар жамылғысы жұқа, тұрақсыз, жазы суық, ұзақ.

Құрғақ ауа, атмосфералық жауын-шашынның аздығы мен тұрақсыздығы, тұрақты булану, қыста қар жамылғысының болмауы, вегетациялық кезеңде тікелей күн сәулесі мол түседі.

Өнеркәсіптік аймақтың климаты құрғақ, ыстық континенталды климатқа жатады. Атмосфераның стратификациясына байланысты коэффициент $A = 200$ құрайды. Бедердің коэффициенті 1.

Жер бедері мен ландшафты

Түркістан облысының ауданы жүз он жеті жарым мың шаршы шақырымдай. Облыс аймағы бедердің түрлілігімен ерекшеленеді және анық төрт бөлікке: солтүстікті, оңтүстік-батыста - тегістіктер, оңтүстікте - тегістік және оңтүстік-шығыста – таулы деп бөлінеді. Солтүстік суық желден қорғап тұратын орташа биіктікті Қаратау тауына қарамастан, климатта және гидрографта маңызды контраст сезіледі.

Кәсіпорынның алаңшығы Бадам өзені мен Сайрам су аралығында теңіз деңгейінен 610-615м биіктіктегі тау етегіндегі тегістіктің жазық телімінде орналасқан [77].

Жер беті және жер асты сулары

Жер беті сулары. Түркістан облысының аймағының гидрографикалық желілері біркелкі бөлінбеген. Өзендер желісі таулы аймақтарында көбірек орналасқан. Ал жазықтық негізінен транзиттік өзендер мен уақытша ағын сулардан тұрады. Шөлейтті аймақтарда гидрографикалық желі мүлдем жоқ.

Облыс Сырдария (жалпы ұзындығы 2219км, оның 1400 км-і Қазақстан аймағында) өзенінің бассейнінде орналасқан, оның тарамдары осы аймақтың ең ірі өзендері болып саналатын - Арыс (378 км.), Келес (241 км), Бөген (164 км) өзендері. Облыс аймағынан Орта Азияның ірі өзендерінің бірі болып саналатын Шу өзенінің төменгі ағысы өтеді.

Облыста негізінен тұзды болып келетін көптеген ұсақ көлдер бар, соның ішінде ең ірісі Ақжайқын көлі (ауданы - 48 кв. км). Ағыны реттелетін өзені бар адам қолмен соққан су қоймалары негізгісіне және тұрақтысына су көздері: Бадам өзенінде – Бөген (67 шаршы км. және 377 млн. текше. м.), Бадам өзенінде – Бадам (4,7 шаршы км. және 61,5 теше м.), Сырдарья өзенінде – Шардара (аудан төрт жүз шаршы километр, көлем су 5200 млн. текше. м.) су қоймалары және басқалары.

Ауданда тек көктем кезінде ғана (мамыр-маусым) арнасы көктемгі жайылма сумен толығатын өзендер бар. Артынан олар құрғап, жаздың екінші жартысында сулар тек қана бөлек-бөлек шалшықтарда сақталады. Кепкен арналарда сулар тек қана күзгі жаңбырлардан пайда болады. Жаз кезінде су тұзды болады. Көлдердің суы аз, түбі жабысқақ, жағасы еңкіш, суы тұзды, тек

қана өзі ағатын ұңғылармен жарақталған кішкентай жеке көлдердің суы тұщы келеді. Зауыттың төңірегінде жер бетіндегі су айдыны және ағынды сулар жоқ. Ең жақын су айдыны 5-6 шақырым жердегі Бадам өзені.

Жер асты сулары. Мысалы, сипатталған аумақ скиф-Тұран гидрогеологиялық аймағына, негізгі Сырдария бассейніне жатады. Зерттелетін аймақтағы жер асты суларының ағыны 10,0-25,0 м құрайды, тереңдігі анықталмаған. Жер асты суларын мұрағат деректері бойынша жер бетінен 23,0 м. тереңдікте анықталмаған. УПВ-ның жоғарғы күйі наурыздан мамырға дейін, төменгі – тамыздан қазанға дейін белгіленеді. УПВ-ның тербеліс амплитудасы 1,5 – 2,0 м аралықта.

Жер асты судың типі – сульфатты-натрий. Құрғақ қалдықтың құрамы 2176,7 мг/л. құрайды. Иондық құрамы бойынша $SO_4=1056$ мг/л, жерасты сулары МЕМСТ 10178-85 бойынша су өткізбейтін портланд цементтен жасалатын W4 маркалы бетондарға – әлсіз агрессивті, ал МЕМСТ 22266 – 2013 бойынша сульфатқа берік цементтерге – агрессивті емес [78].

Топырақ және жер ресурстары

Қазақстан жер қыртысының әр түрлілігі:

- аймақтың енділігімен;
- климат континенталдығының батыстан шығысқа қарай күшеюімен;
- геологиялық-геоморфологиялық ерекшеліктерімен

Қазақстан жер қыртысының өзгешеліктері:

1. Қазақстанның солтүстік бөлігінде суды бөліп тұратын кеңістік жоғары гидроморфтығымен сипатталады. Сол себепті онда топырақ жабынының үлкен жиынтығы мен батпақтылығы байқалады.

2. Сарғылт топырақ климаттың құрғақтығынан сортаңдығымен және тұздылығымен сипатталады.

3. Оңтүстікте қоңыр, сұрғыл-қоңыр, тақыр және сұр топырақты жерлер батыстан шығысқа қарай жердегі карбонаттың біртіндеп кемуімен сипатталады.

4. Қазақстанның тегістігінің барлық ендік аймағында топырақ жабыны үлкен кешенділігімен ерекшеленеді. Сортаң, сорлар, топырақтың солоди түрлері және т.б. жерлер кеңінен тараған.

Пайдалы қазбалар. Табиғи байлығы минералды-шикізат қорының молдығын сипаттайды. Қаратау жотасының батыс беткейінде полиметалды кенорны бар.

Облыс минералды-шикізат ресурстарына өте бай. Әр түрлі құрылыс материалдарын өндіру үшін қолданылатын әк, кварцтық құм, керамикалық және бетониттік балшық, минералды бояулардың кен орындары бар. Қазіргі кезде мұнайдың, газдың фосфориттің және уранның қорлары анықталған [79].

2.2 Топырақ сынамаларын сұрыптау әдістері

Топырақ сынамаларын сұрыптау МЕМСТ 17.4.4.02-84 «Химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдауға арналған сынамаларды сұрыптау мен дайындау әдістері» бойынша жүргізілді.

Бұл стандарт ластану көзі өндірістік, ауылшаруашылық, тұрмыстық және автокөлік әсер ету аймағының ластанған топырағын жалпы және жергілікті бақылауға, топырақ жағдайын сапалық бағалауға арналған.

Құралдар мен реактивтер:

1. МЕМСТ 19596 - 87 сәйкес күрек.
2. МЕМСТ 23707-95 сәйкес топыраққа арналған пышақ.
3. Полиэтиленді пышақ.
4. Жер қазатын бұрғы.
5. Температураны 4-6 °С-та сақтап тұратын мұздатқыштар.
6. МЕМСТ 24104 – 2001 сәйкес зертханалық таразылар.
7. Эмальданған кюветалар.
8. Шыны кристаллизаторлар.
9. МЕМСТ 33584 - 2015 сәйкесторлары 0,25; 0,5; 1; 3 мм тең топыраққа арналған елеулер.
10. МЕМСТ 19126 - 2007 сәкес пластмассалы шпатель;
11. МЕМСТ 892-89 сәйкес калька.
12. Матадан жасалған қапшықтар, полиэтиленді қапшықтар, картонды қорапшалар.
13. МЕМСТ 4328-77 сәйкес натрий гидроксиді.
14. МЕМСТ 4233-77 бойынша хлорлы натрий, массалық үлесі 0,85%.

Топырақ сынамалары сынама аймағынан бірнеше тереңдіктен конверт әдісі арқылы алынады. Таңбалы сынамалар мөлшері МЕМСТ 17.4.3.01 - 2017 сәйкес болуы керек. Таңбалы сынамаларды пышақпен немесе шпательмен алады. Біріктірілген топырақ массасы 1 кг-нан аспау керек.

Топырақ беткі қабатының ауыр металмен және т.б. ластануын бақылау үшін әрқайсысы 200 г болатын, 0-5 және 5-20 см аралығында қабат-қабат алынады.

Құрамындағы ауыр металды анықтау үшін алынатын сынамаларды құрамында ауыр металл жоқ құралдармен алу керек.

Барлық алынған топырақ сынамаларын арнайы журналға тіркеп, нөмірлейді. Химиялық анализге арналған топырақтар МЕМСТ 5180 - 2015 бойынша кептіріледі [80].

Химиялық заттектерді анықтауға арналған топырақ сынамаларын зертханада қағаз бетіне салып, ірі бөлшектерін езеді. Топырақтан одан әрі тесік диаметрі 1 мм-ге тең елеумен еленіп, топырақ сынамалары шыны ыдысқа салынып, анализге дайын болады.

2.3 Топырақтағы ауыр металл иондарын анықтау әдісі

Қорғасынды анықтау әдісі. Әдіс қорғасын иондарының (Pb^{2+}) сынап тамшылы электродта тотықсыздануына негізделген. Бұл әдіспен сынамадағы 0.5 мкг мөлшердегі қорғасынды анықтауға болады.

Құралдар мен реактивтер:

1. Полярограф, полярографиялық ұяшық :анод – қаныққан каломельді электрод, капилляр ($t > 05.0$ сек);
2. Газды баллон: аргон немесе азот;

3. Су моншасы;
4. Муфель пеші;
5. Эксиктор;
6. Фарфор немесе кварц тиглдер;
7. Филтерлеуші воронка (3 – 5 см);
8. Өлшегіш цилиндрлер, пробиркалар, 10 мл;
9. Яшма езгіш;
10. Колбалар, 100 мл – 1000 мл;
11. Қорғасын металы;
12. Тұз қышқылы, конц.;
13. Азот қышқылы, ерітілген (3 : 2);
14. Стандартты ерітінді: 0,1 г қорғасынды 250 мл колбаға салып 20 мл сұйытылған (2: 2) азот қышқылын құяды.

Еріген соң ерітіндіні буландырады (3 – 5 мл дейін), 15 мл тұз қышқылын (сал. салмағы 1,19) қосып тағы 3 – 5 мл дейін буландырады.

Осы жұмысты тағы 2-3 рет жүргізеді, содан соң 20 мл 20 % тұз қышқылын қосып, қорғасын хлоридінің қызғылт ерітіндісі түзілгенше қыздырады. Ерітіндіні 1 литрлік колбаға құйып, колбаны бірнеше рет 20 % тұз қышқылымен шайып негізгі ерітіндіге қосады. Ерітіндіні 20 % тұз қышқылымен белгісіне дейін жеткізіп араластырады. Осы ерітіндіден 10 мл пипеткамен алып өлшегіш 100 мл – лік колбаға құйып дистилденген сумен белгісіне дейін жеткізіп араластырады. Алынған ерітіндінің құрамына 10 мкг/мл немесе 10 мг/л қорғасын болады.

Жұмыс барысы. Зерттеуге арналған топырақ сынамасын көлеңкеде құрғатады. Топырақ сынамасын үлкен фарфор тиглде майдалап, 1 – 2 мм тесікті електен өткізеді. Дайын болған ұнтақталған тартпадан 200 – 300 г орташа сынама алынады, қайта ұнтақталады. Жұқа електен өткізіліп 10 – 20 г топырақ сынамасы алынады. Бұл топырақты ағат немесе желцедонды табақшада қайта ұнтақтайды. Осы ұнтақтан 1 г топырақ сынамасы алынып, фарфор немесе кварц тиглге салынып, 12 – 15 тамшы күкірт қышқылы (конц.) тамызады да 17 – 19 сағатқа қалдырады. Содан соң құм үстіне қыздырып қышқыл қалдығы (SO_3^{2+}) буланып кеткенше ұстайды және муфель пешінде 450 – 500°C дейін күйдіреді (1 сағат). Күйдірілген топырақты эксикаторда суытып 20 % тұз қышқылы (HCl) 10 мл қосып, 2 – 3 рет қыздыра отырып ерітеді. Филтрленген соң филтраттың көлеміне 50 мл жеткізіп, әбден араластырады. Филтраттан 5 мл алып полярографтың ұяшығына құяды, инертті газды 10 – 15 мин жібереді, ерітіндіні 3 мин қалдырып, соңынан дифференциалды полярограммасын алады. [81]

«Спектроскан МАКС GF – 2Е» рентгенді спектроскан қатты, сұйық немесе ұнтақ тәрізді түрлі заттектер құрамындағы натрийден ^{11}Na уранға ^{92}U дейінгі кез келген химиялық элементтерді анықтауға арналған. Құрал толықтай операциялық жүйесі Windows болып табылатын, компьютермен басқарылады.

«Спектроскан МАКС GF – 2Е» спектрометрі аналитикалық жабдыққа, атап айтқанда - химиялық талдау құралдарына жатады. «Спектроскан МАКС GF – 2Е» спектрометрі әр түрлі заттардағы қатты, ұнтақ немесе еріген күйдегі, сонымен қатар бетіне жиналып, сүзгілерге түскен химиялық элементтердің

құрамын анықтауға арналған. «Спектроскан МАКС GF – 2E» спектрометрі - бақылауға арналған сынаманы және оны ғылым мен техниканың, өнеркәсіптің, бизнестің, медицинаның әртүрлі салаларында заттардың элементарлық құрамын талдауға, сондай-ақ қоршаған ортаны экологиялық бақылауға қолдануға болатын бұзбайтын құрал.

«Спектроскан МАКС GF – 2E» басқа аналитикалық құралдарға қарағанда айрықша ерекшелігі сынаманы дайындауда көп еңбекті және сынаманы бөліп, ұнтақтауды қажет етпейді. Сонымен қатар мөлшері де маңызды емес, яғни сынама көлемін өлшеу рәсімін қажет етпейді [82].

2.4 Топырақты биоиндикациялау және биотестілеу әдістері

Антропогенді өзгерісті биодиагностикалау талдаудың экспрессивті әдісіне жатады, сонымен қатар топырақтың экологиялық жағдайына комплексті баға береді. Топырақтың жағдайын бағалауға көмектесетін көптеген биологиялық көрсеткіштер бар. Биологиялық көрсеткіштің, яғни улылығы, «тыныс алуы», бос аминқышқылы мен ақуыздар саны сияқты интегралды көрсеткіші өте маңызды болып табылады. Топырақтың тыныс алу қарқындылығы тек қана вариабельді мөлшері болып табылады және көптеген факторларға тәуелді (температура, ылғалдығы, фитоценоз жағдайы және т.б.). Ластанудың экологиялық әсерін бағалау үшін максималды жақын жағдайлардағы әр түрлі аймақтардан алынған мәліметтерді салыстыру керек. Басқа да көрсеткіштер, мысалы, ферментативті белсенділік хабарландырушы болып табылады [83].

Топыраққа ауыр металл иондарының түсуі азот, фосфор, көмірқышқыл мен күкірт алмасуына әсер ететін, топырақтың негізгі ферменттерінің өзгеруіне әкеліп соғады (Киреева, Новоселова және т.б., 2001). Кейбір топырақ ферменттерінің тұрақты өзгерісі топырақтың ауыр металл ионымен ластануының диагностикалық көрсеткіші ретінде қолданылуы мүмкін. Бұл мақсатқа жетуде, топырақты ураз деп аталатын фермент топтары ыңғайлы. Біріншіден, олар басқа экологиялық факторлар әсеріне аз ұшырағыш, екіншіден, топырақтың ластану дәрежесіне нақты тәуелділігі бақыланады (Киреева, Водопьянов және т.б., 2001).

Топырақтың интегралды улылығын бағалауда микроағзаларды қолдану және олардың негізінде сезімтал, сенімді және тиімді биотесттердің комплексті жүйелерін құру зерттеудің перспективті облысы. Топырақ микроағзаларының көптеген физиологиялық топтары ауыр металл иондарына сезімтал болып келеді [84].

Микроағзалардың жалпы саны топырақтың микробиологиялық белсенділігін, органикалық заттардың шіріуі мен минералды элементтердің айналымының жылдамдығын көрсетеді. Бұл көрсеткіштер нәтижесінде топырақтың ауыр металл иондарымен ластану деңгейімен қатар, оның потенциалды қайта қалпына келу мүмкіндігі және табиғи жағдайда ауыр металл иондарының ыдырау үрдісі мен ластанған топырақтарды ремедиациялауын талдауға болады.

Табиғи экожүйелерде топырақ омыртқасыздары мониторинг үшін кеңінен қолданылады.

Өсімдік тұқымдары, микроағзалар, топырақ омыртқасыздары мен ферменттерден тұратын тест-объектілер жиыны, топырақтың ластану деңгейі мен зерттеу мақсатына қарай, толық немесе жеке көлемде қолдануға болады [85].

2-ші тарау бойынша қорытынды

Қоршаған ортаға таралған ластаушы заттардың қатарында ауыр металдар мен олардың қосылыстары биологиялық топтастықтарға да кері ықпал ететін негізгі экотоксиканттар қатарында болып қала беруде. Ластаушы заттардың анықталған факторлары әрі тұрақты, әрі ұзақ уақыт бойында әсер етуі нәтижесінде, биоценоз құрылысының бұзылуымен қатар, люмбрикофаунаның құрамдық өзгеріске ұшыратуда. Ауыр металдармен және олардың қосылыстарымен ластанған жерлер жарамсыз күйге өтіп, егіншілік және қолданбалы жер қорынан шет қалуда.

Аридтік климаттық шарттарымен ерекшеленген Түркістан облысындағы жерлерді тиімді пайдалану мәселесі өзектілігін жоғалтқан жоқ. Осыған орай, топырақ қабатын тиімді тұтыну, оларды ластаушы көздердің негізгі факторларын анықтауда және тазалау технологияларында биорекультивациялау мен биоиндикациялау әдістерінің қолданбалылығы маңызды жетістік болып табылады.

Топырақтағы ауыр металдарды анықтау, биотестілеу және басқа да талдау әдістері мен пайдаланылған аспаптарға сипаттама берілді.

Топырақ сынамалары алынған нысандардың құрамы мен қасиеттері қаралды.

3 ТӘЖІРИБЕЛІК НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

3.1 Ащысай қалдық сақтау орнындағы жауын құрттарының түрлік құрамын таксономиялық зерттеу

Ащысай комбинатының қалдық сақтау орнынан 1 км, 2 км, 3 км, 4 км, 5 км және 10 км қашықтықтан ешқандай жауын құрттары табылмады. Созақ елді мекеніне қарай 5 км қашықтықтан 78 жауын құрты табылды. Сонымен қатар, Кентау қаласына қарай беткейден 1 км, 2 км, 3 км және 4км қашықтықтан жауын құрттары анықталмады. Аталған бағытта (3-10 суреттерде) жауын құрттарының 10 км қашықтықтан 47 данасы, ал 20 км қашықтықтағы Жалғыз ағаш елді мекенінен 18 данасы табылды [86].



Сурет 3. Ащысайдан Созақ ауданыны қарай 5 км қашықтықта анықталған жауын құрттары





Сурет 4. М.Әуезов атындағы ОҚУ зертханасында жауын құрттарын зерттеуге дайындық



Сурет 5. Созақ ауданыны қарай 5 км қашықтықта анықталған жауын құрттары



Сурет 6. *Ap. c. roseus*(розеус)7 см



Сурет 7. Кентау қаласы бағытында 10 км қашықтықта анықталған жауын құрттары [87]



Сурет 8. *Ap. c. trapezoids* (трапезойд) 14 см



Сурет 9. Кентау қаласы бағытында 20 км қашықтықтағы Жалғыз ағаш елді мекенінен анықталған жауын құрттары

Перель Т.С. әдісін пайдаланып, құрттардың ішектері тазартылады, алдында қабыққа жабысқан жердің шырыштары мен бөлшектерін сумен жуады. Содан кейін құрттар түзетіледі. Фиксатор әдетте 2% формальдегид немесе 70% спирт болып табылады. Анықтау үшін қажетті белгілерді сипаттау өлшемдерді өлшеуден басталады: дененің ұзындығы мен максималды ені өлшенеді. Содан кейін дененің пішіні сипатталады, ол әртүрлі болуы мүмкін. Сегменттердің саны таксономиялық белгі ретінде пайдаланылады. Оларды дүрбі арқылы

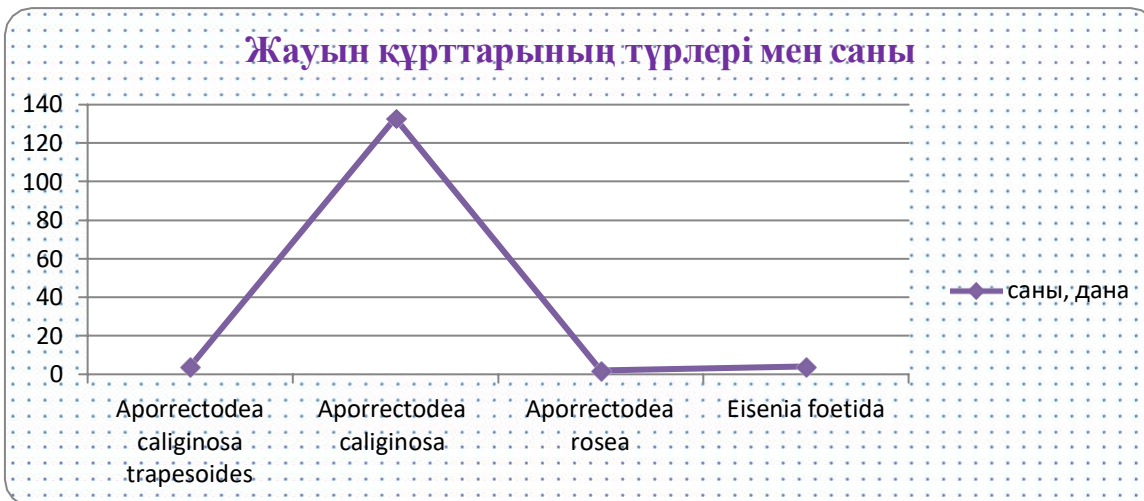
санайды. Айта кету керек, бұл сипаттамалар бір түрде айтарлықтай өзгереді, сондықтан бұл көрсеткіштер диагноздарда көрсетілгендерден ауытқуы мүмкін. Қажетті қабықтың пигментациясын және боялуын ескеріңіз. Пигментацияларды кесіп ашу ғылыми-әдістемесінің көмегімен Ащысай топырақ типтеріндегі жауын құрттарының таксономиялық орындарын анықтау жұмыстары жасалды. М.Әуезов атындағы ОҚУ «Сапа» зертханасында жауын құрттарының түрлік және туыстық құрамдарына алдын-ала зерттеулер жүргізілді. Топырақтан және сыртқы шырышты қабаттарынан мұқият тазартылған жауын құрттары фиксаторлық ерітіндімен өңделді. Келесі сатыда 2,0%-дық формалинде бес секунд ұсталынып, тіршілігі жойылғаннан кейін, 3-4 тамшы глицерин қосылған 50 мл 0,4%-дық формалинге енгізілді. Көрінісі 11 суретте берілген материалдардың морфологиялық және анатомиялық ерекшеліктерін зерттеу нәтижесінде жауын құрттарының түрлік және туыстық құрамы анықталды [88].



Сурет 10. Зерттеуге алынған жауын құрттары

Құрттардың ұзындығы, дене пішіні мен түсі, сегменттер саны, бас қалақшаларының пішіні, белбеушелерінің, жыныс мүшелерінің, арқа саңылауларының, пубертаттық төмпешіктері мен тұқым көпіршіктерінің, екі жұп тұқым қабылдағыш мүшелерінің, қылқаншалардың орналасу орны және анатомиялық құрылысының ерекшеліктері жауын құрттарының таксономиялық орнын анықтауда басты морфологиялық белгілер болып саналды. Морфологиялық және анатомиялық белгілер жауын құрттарын бинокулярдың 10 еселік ұлғайту мүмкіншілігінде зерттелді.

Ащысай өңірінің басты топырақ типтерінен жиналған 143 жауын құрттары анатомиялық және морфологиялық белгілері бойынша сарапталды. Талдау нәтижесінде бір-бірінен басты белгілері бойынша ажыратылатын төрт түрі анықталды, олардың өзара сандық қатынасы 11 суретте келтірілген.



Сурет 11. Зерттелген жауын құрттар көлеміндегі анықталған түрлердің үлестік қатынасы

Бірінші топтағы вермикультуралардың ұзындығы 60-136 мм, ені 4-7 мм, сегменттер саны 104-178 аралығында, түсі қоңыр, денесі дөңгелек, аздап тығыздалған, бас қалақшасы эпилобты, арқа жақтары 9-10, сирек жағдайда 8-9 сегменттерден, аралық қуыстан басталады, қылтандары қостаса өте жақындасқан, 9,10,11-сегменттердегі қылтандарының шоғырлары папиллалы бездерде орналасқан, аталық жыныс мүшесі 15 сегментте, көрші сегменттерге еніп жататын безді жолдармен айнала қоршалған, белбеушесі 29- мен 34-35-сегменттер аралығында орналасқан, пубертаттық төмпешіктері немесе белдіктері 32-34 – сегменттерде орналасқан, тұқым көпіршіктері 9-12-сегменттерде, екі жұп ұрық қабылдағышы 9,10 - сегменттерде орналасып 10-11 - сегменттер аралығындағы қуыстарға ашылады, белбеуше сегменттерінде түйреуіш тәрізді сперматафоралары бар, 5, 6-9 және 10- диссепименттері жуандау болып тіркелді. Анықталған морфологиялық белгілер 1828 және 1997 жылдары Дугес және А.Н. Всеволодовамен Т.С. Перель анықтаған *Ap. туысының с. Trapesoides* (12- суретте) түріне тән [89].



Сурет 12. *Ap. c. trapesoides* (трапезойд) түрінің өкілдері

13 суретте көрсетілгендей екінші топтағы жауын құрттары басты белгілері бойынша бірінші топтағы құрттармен ұқсастықта болғанымен, олардың төмендегідей ерекшеліктері болды - ұзындығы 60-153 мм, ені 4-7 мм, сегменттер саны 104-177 аралығында, түсі өте ақшыл, түссіздікке жақын, денесі жұмыр, аздап тығыздау, бас қалақшасы эпилобты, арқа саңлаулары 9,10 сирек 8,9 - сегмент аралық қуыстан басталу, қылтандары қос-қостан өте жақын орналасу, 9-11 - сегменттердегі қылтандардың шоғыры папиллалы бездерде орналасу, аталық жыныс мүшесі 15 сегментте, көрші сегменттерге еніп жататын безді жолдармен айнала қоршалу, белбеушесі 27 мен 34-35 - сегменттер аралығында, пубертаттық төмпешіктері немесе белдіктері 30-32 - сегменттерде, тұқым көпіршіктері 9-12 - сегменттерде орналасу, екі жұп ұрық қабылдағышы 9,10 - сегменттерде орналасып 10,11 - сегменттер аралығындағы қуыстарға ашылу, белбеуше сегменттерінде түйреуіш тәрізді сперматафоралардың кездесуі, 5,6-9 және 10- диссепименттері жуандау болу және 10-шы сегменттегі дивертикулаларды ізбесті бездердің құрайтыны сияқты белгілер тән болып табылды. Бұл белгілер 1826 және 1997 жылдары Савигни және Всеволодова мен Перель анықтаған *Ap.* туысына жататын *s. Caliginosa* (калигинос) түріне тән.



Сурет 13. *Ap. s. caliginosa* (калигинос) түрінің өкілдері

Үшінші топтағы (14 суретте келтірілген) вермикультураның ұзындықтары 36-141 мм, ені 3-6 мм, сегменттер саны 72-171 аралығында, түсі ақшыл, кейде түссіздікке жақын, денесі жұмыршақ, бас қалақшасы эпилобты, арқа саңлаулары 5, 4 - сегменттер аралық қуыстарынан басталып, қылтандарының біркелкі өте жақындасқан түрде тіркеледі, 9-12 - сегменттер және белбеу аймағындағы екі-үш түрлі қылтандары папиллаларда орналасқан болып табылады, аталық жыныс мүшесі 15 сегментте безді жолдарымен айнала қоршалған, белбеушесі 24, 25 және 26- мен 31, 32 немесе 33 - сегменттер аралығында орналасқан, тұқым көпіршіктері 4, сирек 3 немесе 2 сегменттерде, екі жұп ұрық қабылдағышы ортаңғы артқы бөлігі жанында 8, 10 және 10, 11

сегмент аралық қуыстары ашылады, кейбір ересек құрттарда мүлдем кездеспеді, 10 - сегменттегі дивертикулаларды ізбесті бездер құрайтындығы бар. Морфологиялық белгілері бойынша вермикултуралар 1826 және 1997 жылы Савигни және Всеволодова мен Перель анықтағандай *Ap.* туыстарына жататын *rosea* (розеус) түрінде кіреді [90].



Сурет 14. *Ap. rosea* (розеус) түрінің өкілдерінің сыртқы морфологиялық көрінісі

Төртінші топтамаға жатқызылған (15 сурет) жауын құрттарының ұзындығы 40-130 мм, ені 2-4 мм, сегменттер саны 80-118 құрады, түсі қызыл-күлгін немесе қызыл-қоңыр көлденең жолақ түрінде нақтыланған, бас қалақшасы эпилобты, арқа саңлаулары 4,5 - сегмент аралық қуыстан басталып қылтандары қос-қостан өте жақын орналасқан, 12-ші сегменттегі екі түрлі қылтандар мен белбеуше қылтандарының шоғыры папиллалы бездерде орналасқан, аталық жыныс мүшесі 15 сегментте, көрші сегменттерге еніп жататын үлкен безді жолдармен айнала қоршалған, белбеушесі 26, 27 және 31,32 - сегменттер аралығында орналасқан, пубертаттық төмпешіктері 1,2 және 27,28 - 30-31 - сегменттер аралығында орналасқан, тұқым көпіршіктер саны төрт жұптан тұрады және 9-12 – сегменттерде орналасқан, екі жұп ұрық қабылдағышы 9 және 10–сегменттерде орналасып, 9,10 және 10,11 сегменттер аралығындағы қуыстарға арқа саңлаулар бағытында ашылады, 22-27–сегменттерде ерекше табақша тәрізді сперматафоралар бар, диссепименттері 9,10-сегменттерге дейін өте жуандалған. Морфологиялық белгілер бойынша жауын құрттары 1826 Савигни анықтаған *E.* туысының *foetida* (фоетида) түріне жатады.



Сурет 15. *E. Foetida* (фоетида) түрі өкілдерінің сыртқы морфологиялық көрінісі

Сонымен, Түркістан облысында кеңінен таралған топырақ типтерінде тіршілік ететін жауын құрттар қауымдастығы *Lumbricidae* (люмбрицид), *Eiseniaena* тұқымдастарының төрт туысына жататын төмендегі төрт түрден құралғаны анықталды (16 сурет) :

1. *Ap. c. Trapezoides* (трапезойд) (Дугес 1828); Всеволодова – Перель, 1997;
2. *Ap. c.a caliginosa* (калигинос) (Савигни, 1826); Всеволодова – Перель, 1997;
3. *Ap. rosea* (розеус) (Савигни, 1826); Всеволодова – Перель, 1997;
4. *E. foetida* (фоетида) (Савигни, 1826)

Анықталған жауын құрт түрлерінің ерекше түрлік белгілері 4 кестеде келтірілген.



- а) *Ap. c. trapezoids* (трапезойд) , б) *Ap. c. Coleginosus* (калигинос), в) *Ap. c. roseus* (розеус), г) *foetida* (фоетида)

Сурет 16. Тұрақты фиксаторларға орналастырылған жауын құртының түрлері [91]

Түркістан облысында зерттелген жауын құрттарының морфологиялық ерекшеліктері 8 кестеде келтірілген.

Кесте 8– Анықталған жауын құрт түрлерінің Түркістан облысы топырақтары мен климаттық жағдайындағы ерекше түрлік белгілері

p/c	Туыстың атауы	Түрдің атауы	Ұзындығы, мм	Ені, мм	Сегмент саны, дана	Түсі	Арқа саңлауының орналасу орны	Тұқым көпіршігінің орналасу орны	Басқада белгілер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Aporrectodea</i>	<i>c. trapezoids</i>	60-136	4-7	104-178	Құба	9-10, сирек жағдайда 8-9 сегмент аралық қуыстан басталады	9-12 сегменттерде	Белбеуше сегменттерінде түйреуіш тәрізді сперматафоралары бар
2		<i>c. caliginosus</i>	60-153	4-7		Ақшыл, кейде түссіздіке жақын	9-10, сирек жағдайда 8-9 сегмент аралық қуыстан басталады	9-12 сегменттерде -	Белбеуше сегменттерінде түйреуіш тәрізді сперматафоралардың кездеседі, 5,6-9 және 10- диссепименттері жуандау болады және 10-шы сегменттегі дивертикулаларды ізбесті бездерді құрайды
3		<i>roseus</i>	35-142	3-6	104-177	Ақшыл, кейде түссіздіке жақын	5,4 - сегмент аралық қуыстан басталады	4, сирек 3 немесе 2 сегменттерде	Бас қалақшасы эпилобты, 10 - сегменттегі дивертикулаларды ізбесті бездер құрайды
4	<i>Eiseniaena</i>	<i>foetida</i>	40-130	2-4		Қызғыл күлгін, кейде қызғыл қоңыр	4,5 - сегмент аралық қуыстан басталады	саны төрт жұптан тұрады және 9-12 – сегменттерде	Бас қалақшасы эпилобты, 22-27 – сегменттерде ерекше табақша тәрізді сперматафоралар бар, диссепименттері 9,10 - сегменттерге дейін өте жуандалған

3.2 Шымкент қаласының топырақты жерлерінің ауыр металдармен ластануын индикациялау

Шымкент қаласы және оңтүстік өңірде орналасқан негізгі ластаушы көздер орналасқан нүктелерге, сонымен қатар халық көптеп шоғырланған нүктелерден топырақ үлгілерінен сынақтар жүргізілді. Аталған топырақ сынамалары Шымкент қаласының топырақ жамылғысына тікелей әсер ететін негізгі өндірістік кәсіпорындар маңынан, саябақтар аймақтарынан және т.б. нүктелерден алынды.

Шымкент қаласының орталығынан 2 км қашықтықта орналасқан қорғасын зауытының маңындағы қоқыстар топырақты ластаудың потенциалды көзі ретінде қарастырылды. Аталған өндіріс орнындағы түрлі технологиялық үрдістер сатысынан қоршаған орта мен топырақ жамылғысына бөлінетін шаңдардың орташа химиялық құрамы 9 кестеде келтірілген [92].

Кесте 9. Қорғасын-мырыш өндірісінің түрлі сатыларында бөлінетін шаңның орташа химиялық құрамы

Материал атауы	Pb %	Zn %	Cu	Fe %	S %	Sb %	As %	CaO
Жұқа тазалау шаңы	40.14	15.64	1.27	2.81	7.91	0.55	0.87	
	39.8	16.3	1.28	3.09	8.00	0.53	1.03	
	40.1	14.6	1.36	3.51	8.6	0.56	1.13	
	40.5	12.9	1.47	4.47	9.15	0.57	0.94	
	39.8	14.9	1.46	3.32	8.60	0.58	0.91	
	39.54	14.98	1.44	2.99	8.55	0.58	0.90	
	39.99	15.9	1.25	2.52	7.67	0.60	1.17	
	38.46	16.37	1.41	2.95	7.94	0.69	1.12	
Құрғақ тазалау шаңы	39.93	9.08	2.16	8.80	13.68	0.30	0.32	
	40.1	8.7	1.9	7.8	13.7	0.32	0.37	
	39.6	8.8	1.94	8.81	14.45	0.35	0.4	
	40.24	8.93	2.01	8.13	14.18	0.36	0.42	
	40.3	8.74	2.12	7.57	14.3	0.35	0.38	
	39.7	8.68	2.16	7.07	15.20	0.36	0.38	
	39.87	8.9	2.07	7.20	14.88	0.36	0.37	
	39.55	9.21	2.12	7.61	14.64	0.35	0.34	
Шахталы пештің циклондық шаңы	33.00	7.49		9.84		0.19	0.67	
	34.8	7.4	2.5			0.19	0.64	2.07
	31.0	7.8	2.7			0.23	0.72	1.61
	30.1	7.57	2.17			0.20	0.72	1.19
	34.6	8.31	2.48			0.19	0.70	
	31.8	8.5	2.89			0.23	0.69	
	30.9	7.92	1.53			0.13	0.56	
	33.8	8.01	1.99			0.16	0.53	
Агломерациялық цехтың циклондық шаңы	35.22	7.07		9.46	10.49	0.20		
	40.3	6.9	2.3	9.4	10.8	0.15	0.39	2.9
	39.1	7.7	2.28	8.76	13.3	0.16	0.41	2.71
	39.52	7.19	2.22	9.24	11.2	0.15	0.44	1.78
	39.9	7.15	2.28	8.89	12.18	0.15	0.41	2.34
	39.01	7.61	2.57	10.1	12.6	0.17	0.41	2.88

	38.52	7.15	2.27	8.33	11.25	0.15	0.39	2.28
	37.88	7.79	2.36	9.44	12.10	0.16	0.38	2.9
Конверторлық шаң	63.6	3.5				0.6	5.7	
	68.0	3.3	1.54	0.14		0.56	5.44	
	63.8	3.46	1.6	0.23		0.66	7.05	
	61.5	3.3	1.61	0.19		0.76	7.4	
	62.36	3.40	3.21	0.25		0.80	7.86	
	62.7	3.78	2.76	0.32		0.65	6.65	
	63.5	3.41	1.27	0.24		0.67	8.04	
	61.2	3.6	2.63	0.28		0.60	8.5	
ОПС және ОСШ6 конверторлық шаңы	29.8	1.8	39.3				7.0	
	29.86	1.2	42.88				1.22	
	33.26	1.56	39.5				6.24	
	30.75	2.36	41.48				5.0	
	27.9	1.76	42.4				6.90	
	28.41	2.11	39.36				6.74	

Қорғасын өндірісінде қолданылатын шикізат материалдарын көрсете отырып, қорғасын – мырыш өндірісінің әртүрлі сатыларында құрамында мышьяк бар шаңдарды талдау 9-кестеде көрсетілген.

Өндірістік аймақтардың түрлі нүктелерінен алынған сынамаларды таңдау және талдау нәтижесінде зерттелудегі ауыр металл компоненттерінің мүмкін шектік шоғыры нормадан асып кеткені анықталды.

Металлургиялық өндірістердің шаңдары әртүрлі схемаларға сәйкес өңделеді және әдетте қорғасынның негізгі металын да, спутник металдарын да аз шығарады.

2020 жылдардың басындағы Оңтүстік полиметалл ПК АҚ қорғасын зауытының материалдық баланстарын талдау Pb, As, Sb және Cd серіктес металдар негізінен металлургиялық жартылай өнімдерге шаң мен қара қорғасынға шоғырланғанын көрсетеді.

Қорғасын зауыттарының шаңы қорғасынға бай материал (30-40%), мышьяк 15% дейін, кадмий 10% дейін, шашыраңқы элементтер 0,3% дейін. Әсіресе зиянды қоспа-бұл мышьяк, ол қорғасынды тазартудың сілтілі ерітінділерінен жартылай шығарылады.

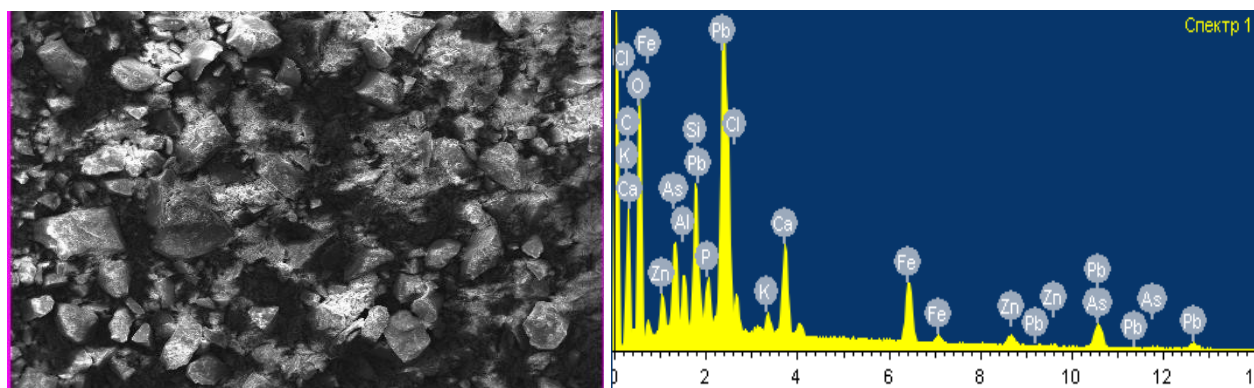
Қазіргі уақытта қорғасын зауыттары дәстүрлі қорғасын шикізатына – бай концентраттарға тапшы және өндіріс саласына құрамында 1-2% мышьяк бар мыс балқыту зауыттары мен мырыш өндірісінің қалдықтары кіреді.

Өз табиғаты бойынша агломерация және шахталық балқыту кезінде As 50-60% шаңға ауысады, олар қайтадан агломерация процесінің басына оралады. Таза мышьяк қара қорғасынды тазарту кезінде шығарылады, ал оның бір бөлігі тауарлық штейнге өтеді. Тауарлық штейн мыс алу үшін түрлендіріледі, ал қорғасын, мышьяк және күкірт шаңға айналады. Шаң құрамындағы Pb, As, Sb, Cu және сирек металдар қорғасын зауыттарына қайта өңделеді. Сондықтан, негізінен оксидті қосылыстар түрінде As негізгі бөлігі алынбайды және қорғасын өндірісінің қайта бөлінуі арасында айналады. Бұл экологиялық

жағдайға әсер етеді және қорғасын мен мыс түрінде негізгі металдардың шығарылуын азайтады.

Ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау, сондай-ақ отандық және шетелдік кәсіпорындардың жұмыс тәжірибесі көрсеткендей, қоршаған орта талаптарына жауап беретін мышьяқты кен шикізатын кешенді өңдеу технологияларын дамыту бастапқы материалдарды ыдырататын сульфидті күйдіруді қолдану мүмкіндігін анықтайды. Бұл мышьяқтың аз уытты сульфидті формаларын алуға мүмкіндік береді және мүмкіндік береді. Аs және оның қосылыстарының негізгі қасиетін – жоғары құбылмалылығын (будың серпімділігін) ескере отырып, құрамында шаң қорғасыны – мырыш өндірісі бар мышьяктан мышьяқты алудың салыстырмалы қарапайым схемасы көзделеді [93].

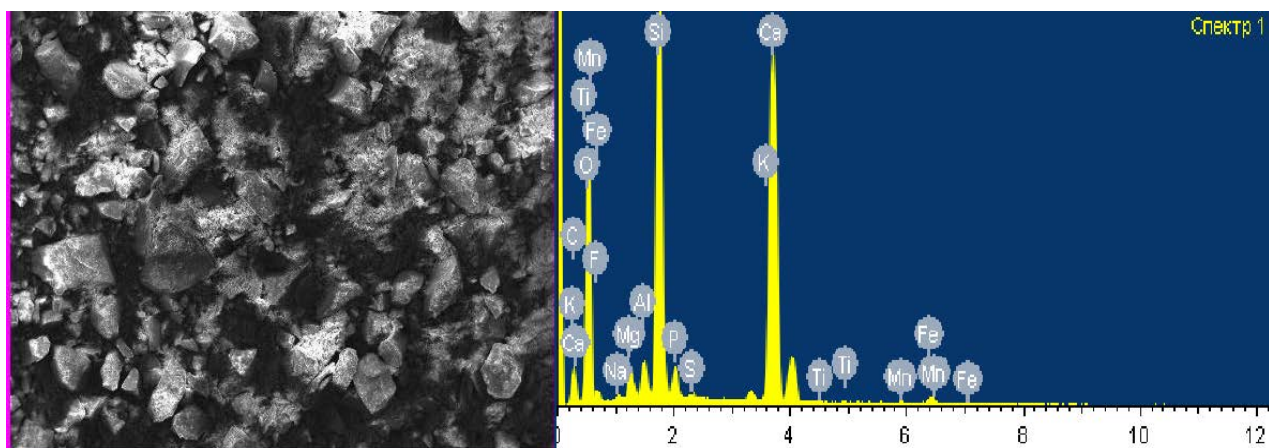
Жоғарыда аталған топырақ үлгілерінің микроқұрылымын және элементтік құрамын толығырақ зерттеу мақсатында электронды-микроскопиялық және энергодисперсті микроталдау жүргізілді. Түрлі нүктелерде орналасқан зерттеу нысандарының нүктелік сынама үлгілерінің JSM-6490LV растрлы электрондық микроскопында анықталған элементтік және морфологиялық құрамдары, сонымен қатар микроқұрылымдары 17-20 суреттерде және 10-13 кестелерде келтірілген.



Сурет 17. Ащысай топырақ үлгісінің микроқұрылымы және морфологиялық құрамы

Кесте 10. Ащысай топырақ үлгісінің элементтік құрамы

Элемент	Cl	As	Al	Si	P	Fe	K	Ca	Zn	Pb
Масс, %	0,88	4,39	1,32	3,19	1,34	5,97	0,68	3,56	2,36	22,99

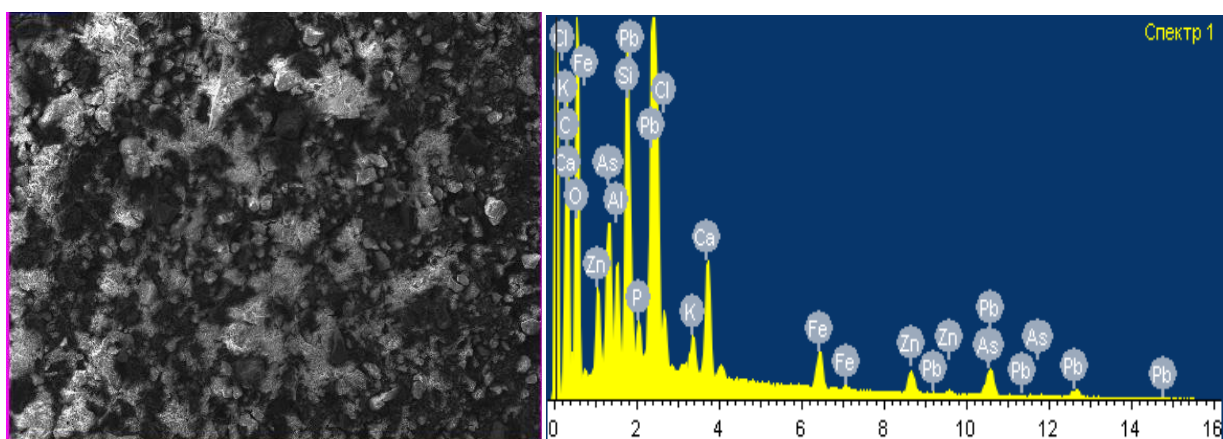


Сурет 18. Ленгір көмір кенорны ішкі қазбалы жыныстары топырақ үлгісінің микроқұрылымы және морфологиялық құрамы

Кесте 11. Ленгір көмір кенорны ішкі қазбалы жыныстары топырақ үлгісінің элементтік құрамы [93]

Элемент	C	O	Ca	Si	Na	Mg	Al	K	S	Ti
Масс, %	10,93	46,74	21,06	13,12	1,38	1,37	1,23	3,56	2,36	22,99

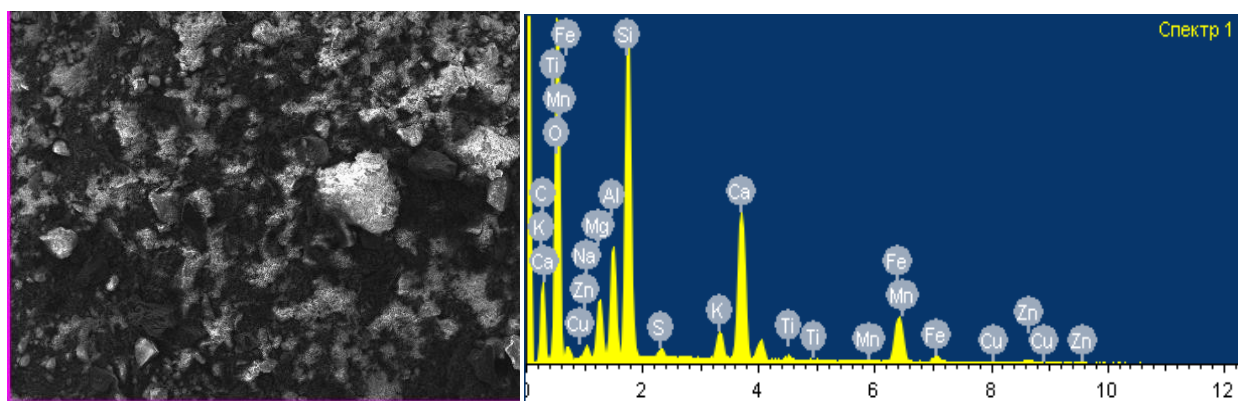
Шымкент қаласында бұрынғы «Южполиметалл» АҚ ірі қорғасын-мырыш өңдеу мекемесінің маңында қалдық орналасқан. Ұзақ уақыттан бері тұрған қалдықтардағы ауыр металдар топыраққа еніп, желмен таралып, көптеген аймақтарды қамтып жатыр. Бүгінгі таңда, облыс көлемінде осы аталған себептермен ластанған жер көлемі жүздеген гектар шамасында.



Сурет 19. АО «Южполиметалл» топырақ үлгісінің микроқұрылымы және морфологиялық құрамы

Кесте 12. АО «Южполиметалл» топырақ үлгісінің элементтік құрамы

Элемент	Cl	As	Al	Si	P	Fe	K	Ca	Zn	Pb
Масс, %	0,77	4,01	1,40	4,31	0,68	2,16	0,80	2,76	3,12	19,35



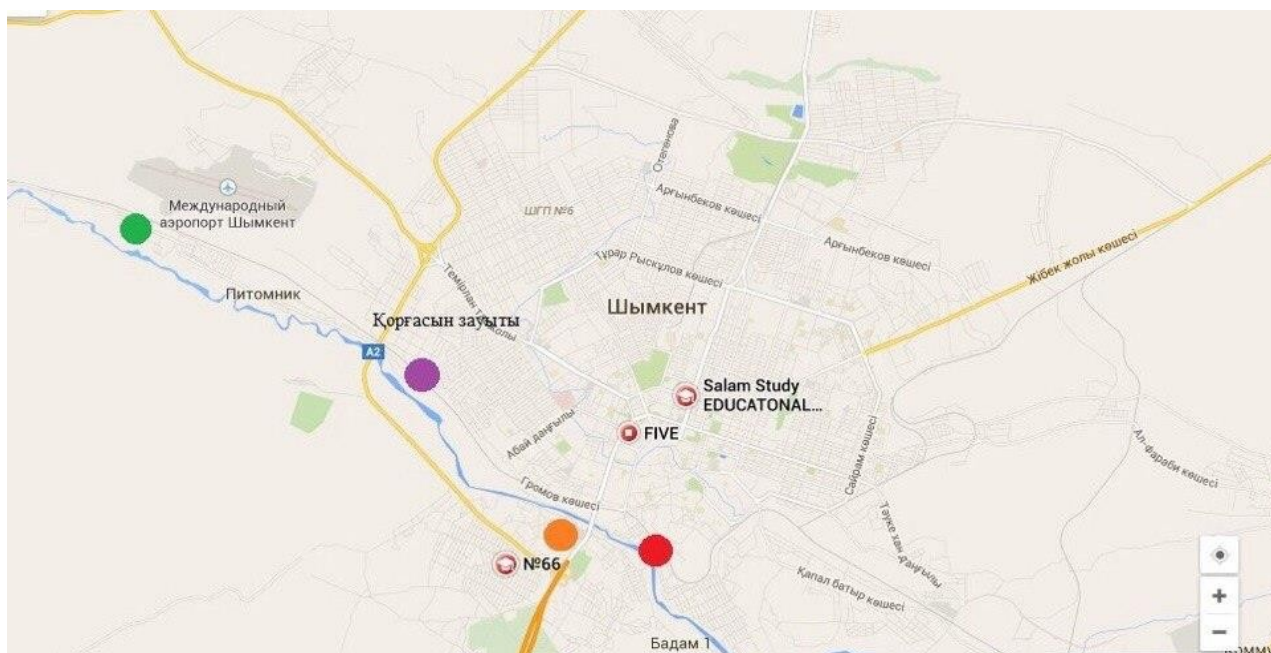
Сурет 20. Шымкент қаласы Дендро саябағы топырақ үлгісінің микроқұрылымы және морфологиялық құрамы

Кесте 13. Шымкент қаласы Дендро саябағы топырақ үлгісінің элементтік құрамы

Элемент	C	O	Ca	Si	Na	Mg	Al	K	S	Ti
Масс, %	22,13	44,64	7,61	9,97	0,42	2,36	3,61	1,21	0,28	0,30

Шымкент қаласы Бадам өзені бойынан 4 топырақ сынамаларының химиялық құрамы анықталды [93].

Топырақ сынамалары алынған жерлердің картадағы кескіні 21 суретте көрсетілген.



Сурет 21. Топырақ сынамалары алынған жерлердің картадағы кескіні

- а) Бадам өзені, платина ауданы
- б) Қазығұрт м/а, №66 мектеп

- в) Бадам өзені, зауыттан жоғары орналасқан көпір
- г) Коммунизм көпір

Бұл топырақ сынамаларындағы ауыр металл иондарының мөлшері - «Спектроскан МАКС GF – 2E» рентгенді спектросканы арқылы анықталды. Бадам өзені бойынан алынған топырақ сынамаларының химиялық құрамы 14 кестеде көрсетілген.

Кесте 14. Бадам өзені маңынан алынған топырақ сынамаларының химиялық құрамы

Анықталатын компоненттер	Өлшем бірлігі	а	б	в	г	ШМШ
		Нақты мөлшері	Нақты мөлшері	Нақты мөлшері	Нақты мөлшері	
Қорғасын	Мг/кг	154,68	462	199,39	1288	32,0
Мышьяк	Мг/кг	42,4	96	53,17	276,585	2,0
Мыс	Мг/кг	69,6	63	65,77	344,125	23,0
Цинк	Мг/кг	233	871,5	193,61	7164,35	23,0
Никель	Мг/кг	33,56	47,3	37,0025	36,1455	4,0
Кобальт	Мг/кг	4	9,15	4,01295	2,8	
Ванадий	Мг/кг	71	93,47	63	63,007	150,0
Талий	Мг/кг %	0,562	0,648	0,5	0,37336	5,0
Марганец	Мг/кг	843,555	1084	764,385	107	1500
Темір	Мг/кг %	3,379	4,67	3,4740	4,147	
Стронций	Мг/кг	333,445	250	285	273,3	8,0

а – топырақ, Бадам өзені, платина ауданы

б - топырақ, Қазығұрт м/а, №66 мектеп

в – топырақ, Бадам өзені, зауыттан жоғары орналасқан көпір

г – топырақ, Коммунизм көпір

Жүргізілген химиялық талдау бойынша, барлық ауыр металл иондарының ШМШ 2,5 еседен асатындығы, соның ішінде қорғасынның ШМШ-дан 4,8 еседен асатындығы анықталды.

Ауыр металдардың және улы газдардың қарқынды таралуы «Южполиметалл» АҚ мекемесіндегі қалдықтар тікелей әсер етіп қоймай, ауыр металдардың топырақтың ауаға аса жоғары мөлшерде шығарылуы да, ауыр металдардың тұздарымен ластанғаның дәлелі. Улылығы тұрғысынан қоршаған ортаға, дәлірек айтсақ топыраққа шоғыры қауіпті болып есептелетін химиялық заттар – қорғасын, кадмий, мыс, цинк элементтерінің қосылыстары. Қорғасынның артық мөлшері топыраққа және ондағы тіршілік иелеріне маңызды процестердің қалыпты жүруіне кері әсерін тигізеді.

Зерттеу үшін белгілеп алынған нүктелерді сынау 50 см тереңдікке дейін белгілі стандартты әдіс бойынша жүргізілді. Топырақ үлгісін учаскенің төрт

бұрышынан және ортасынан 1 м² аймағын белгілеп, топырақ қабаттары бойынша 0-10 см, 10-15 см, 15-20 см, 20-30 см, 40-50 см тереңдіктен күрекпен қазып алдық. Белгіленген жеті нүктеден алынған топырақтарды жеке-жеке қойып жауын құрттарын бөліп алып, санадық және өлшедік (кесте 15) [94].

Кесте 15. Топырақ сынамаларынан табылған жауын құрттар саны мен биомассасы

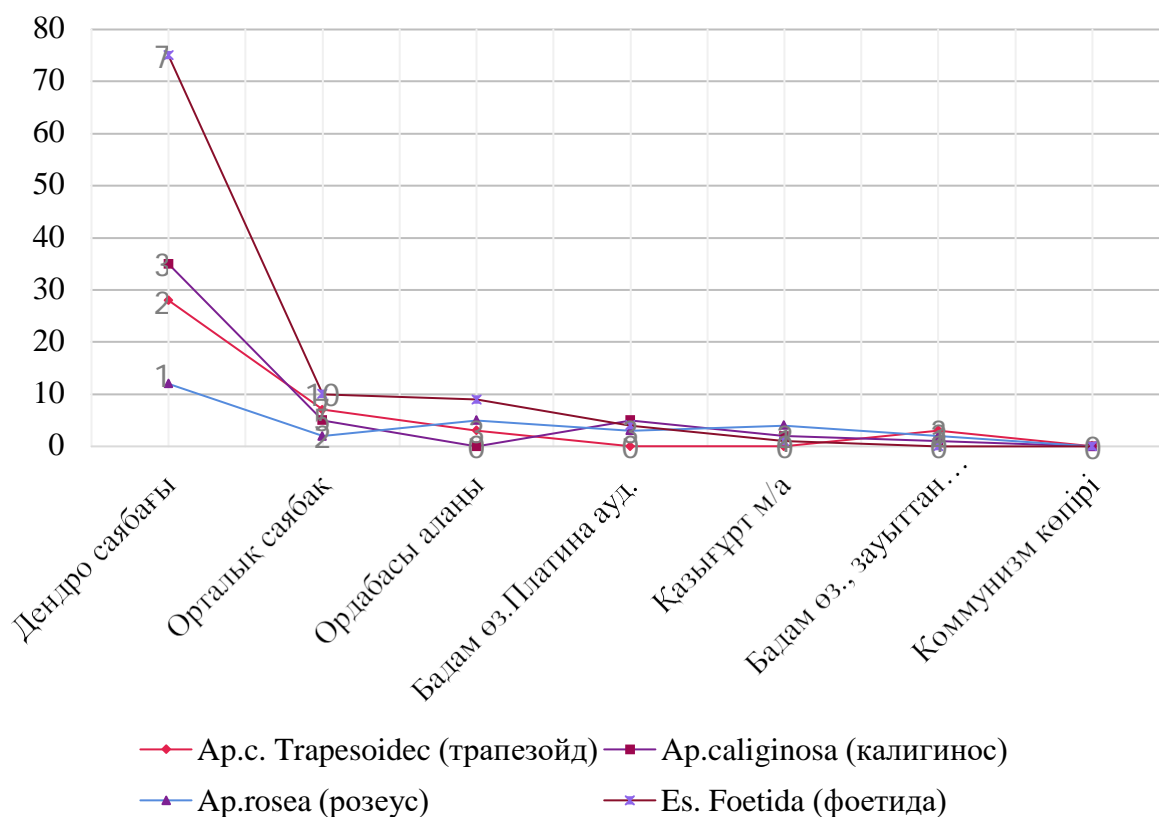
р/с	Белгіленген нүкте	0-10 см	10-20 см	20-30 см	30-40 см	40-50 см
		Саны, экз/м ³				
		Биомассасы, г/м ³				
1	Дендро саябағы	105 дана 19,2 г	32 дана 7,3 г	10 дана 4,5 г	3 дана 1,1 г	0
2	Орталық саябақ	24 дана 5,2 г	0	0	0	0
3	Ордабасы алаңы	17 дана 4,2 г	0	0	0	0
4	Бадам өзені, платина ауданы	12 дана 2,1 г	0	0	0	0
5	Қазығұрт м/а, №66 мектеп	8 дана 1,1 г	0	0	0	0
6	Бадам өзені, зауыттан жоғары орн. көпір	7 дана 0,94 г	0	0	0	0
7	Коммунизм көпір	0	0	0	0	0

Шымкент қаласы (Дендро саябағы, Орталық саябақ, Ордабасы алаңы, Бадам өзені, платина ауданы, Қазығұрт м/а, №66 мектеп, Бадам өзені, зауыттан жоғары орн. көпір, Коммунизм көпір) бойынша әр түрлі қашықтықтан алынған топырақтың құрамындағы ауыр металдарды тексеру барысында жеті нүктеден алынған үлгілердің құрамында қорғасын мен мырыштың шоғыры мүлдем әр түрлі көрсеткішті көрсетті. Ластанған топырақтарды зерттеу нәтижелері, жауын құрт саны бойынша анықталып отыр.

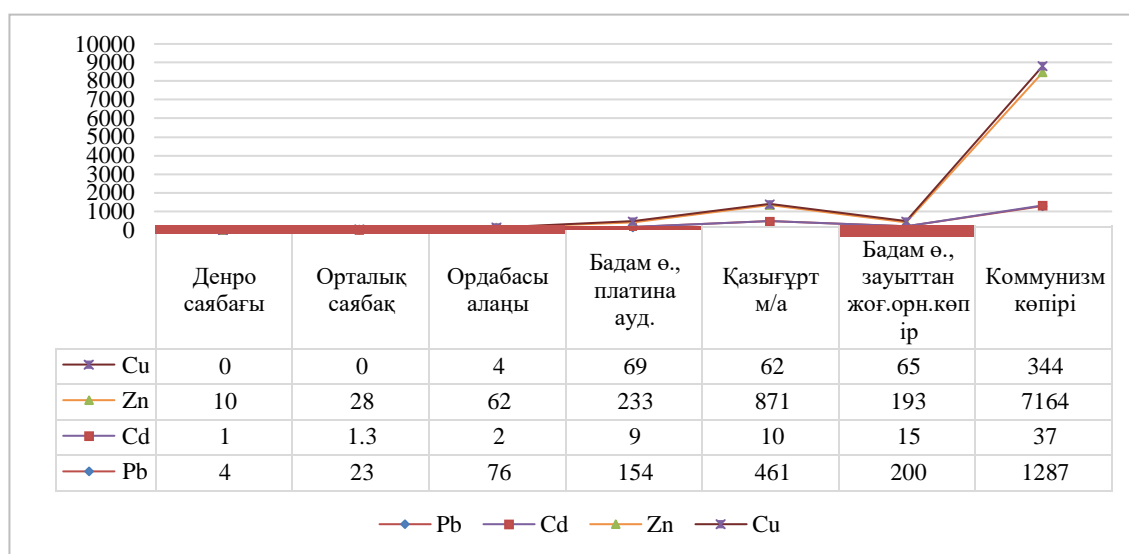
Кесте 16. Шымкент қаласы топырағының химиялық құрамы және онда кездесетін жауын құрты саны [95].

р/с	Белгіленген нүкте	Pb	Cd	Zn	Cu	Вермикультура саны
1	Дендро саябағы	4	1,0	10	0	150
2	Орталық саябақ	23	1,3	28	0	24
3	Ордабасы алаңы	76	2,0	62	4,0	17
4	Бадам өзені, платина ауданы	154	9,0	233	69	12
5	Қазығұрт м/а, №66 мектеп	461	10	871	62	7
6	Бадам өзені, зауыттан жоғары орналасқан көпір	200	15	193	65	6
7	Коммунизм көпір	1287	37	7164	344	0
8	ШМШ	32,0	1,0	23,0	23,0	

Шымкентте техногенді-ластаушы өндірістік нысандар ауданында құрттардың өміршеңдігі мүлдем табылмағаны белгілі болды (кесте 16, сурет 22, 23).



Сурет 22. Шымкент қаласы топырағының химиялық құрамы



Сурет 23. Шымкент қаласы, зерттелген нүктелердегі лямбрикофауна саны

Вермикультураның саны және салмағы жағынан Орталық саябаққа карағанда Дендро саябағында кездескен вермикультура жуан және ұзын, сонымен қатар түсі тоқ болып келді.

Топырақтағы ауыр металл иондарының артық мөлшері неғұрлым сезімтал түрлердің жойылуынан биоценоз бен флораның кедейленуіне себеп болады. Қорғасын, мыс, мырыш, кадмий өздерінің химиялық және биологиялық қасиеттеріне гео және биоаккумуляцияға өте бейім элементтер. Сонымен, жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша ауыр металл иондары топырақ құнарлығына ғана емес сонымен қатар, онда тіршілік ететін фауна мен флораның өмір мен тіршілігіне де зиянды әсерін тигізетіндігі анықталып отыр [96].

3– тарау бойынша қорытынды

Шымкент қаласының топырағының химиялық құрылымы мен үлгілеріне зерттеу нәтижелері көрсетілді. Олардың ішінде микроқұрылымы мен элементтік құрамы анықталды.

Люмбрицидтердің саны мен олардың анатомиялық және морфологиялық белгілері сипатталды.

Түркістан облысы типтік топырақ түрлерінен анықталған лимбрикофауна тұқымдастықты жауын құрттары қауымдастығының *Ap.c.trapesoides*, *Ap.c.caliginosa*, *Ap.rosea*, *-E.foetida* төрт түрі кездесетіні анықталды. Топырақ құрамындағы ластаушы ауыр металл иондарының шоғырлық мөлшерлерін индикациялаушы агент ретінде жауын құрттарын қолдану мүмкіндігі орнатылды.

Топырақ құрамындағы қорғасынның мүмкін шектік шоғырынан 60 есе, кадмийдің шоғыры 30 есе артып жоғарылауы жауын құрттарының өмір сүруі үшін мүмкін емес мөлшерлер болып табылатыны анықталды. Бұл жағдайда *Ap. c. Caliginosus* жауын құртына карағанда ауыр металдардың улылық әсеріне тұрақтылығы жоғары болды. Вермикультуралар ауыр металдармен ластанған топырақтарды тіршілік үрдістері барысында тазартуға қабілетті. Қорғасын және кадмий иондарымен тиесілі 20,0 және 5,0 ШМШ дәрежелерінде ластанған топырақтарға 15,0%, 35,0% және 55,0% қара шірік енгізілген тәжірибелерде топырақтағы ауыр металл иондарының тиесілі $68,9 \pm 3,5$, $77,4 \pm 4,8$ және $85,3 \pm 5,6$ %-ға, ал кадмийдің $81,6 \pm 6,5$, $95,8 \pm 5,5$ тен $98,6 \pm 7,5$ %-ға дейін азаяды. Вермикультуралар ауыр металл иондарымен ластанған топырақ қабаттарын биорекультивация үрдісінде маңызды рөл атқаратындығы анықталды.

4 Вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі шоғырына тәуелділігі

Топырақтың ауыр металдармен ластануын бақылау үшін массасы 1000 г болатын нүктелік сынамалар (0-5) және (5-20) см тереңдіктен алынды. Топырақ сынамалары химиялық талдаулар үшін ауалы-құрғақ күйге дейін кептіріліп, қалташаларда, картон қорапшаларда немесе шыны ыдыстарда сақталады. Химиялық заттарды анықтау үшін топырақ сынамаларын зертханада қағазға сеуіп, пестикпен ірі кесектерін саралап аламыз. Топырақ кесектері келіде ұнтақталып, ұяшықтарының диаметрі 1 мм електен өткіземіз.

Жауын құрттарына ықпалын зерттеу мақсатында топырақ үлгілеріне мырыш, марганец, мыс, темір және кобальт хлоридтері белгіленген үлесте қосылды. Аталған реагенттердің жауын құрттарына ықпалын анықтау мақсатында массасы 1000 г топырақ үлгілері көлемі 3000 мл 5 пластикалық ыдыстарда сақталды. Әрбір нөмірленген ыдыста топырақ үлгісіне белгіленген қатынаста металл хлоридтері мен жауын құрттары салынды. Мақта майының қалдығы қосылған бірдей мөлшердегі топырақ үлгілері салынған 5 пластикалық ыдыстың әр қайсысына 10 жауын құртынан салынды [97] .

Ауыр металл хлоридтерінің жауын құрттарына ықпалын анықтау бойынша тәжірибелік жұмыстар екі апта бойында жалғасты. Тәжірибелік жұмыстарды жүргізу кезеңінде үлгілерде топырақ ортасының тұрақты ылғалдылығы 5-7% ұсталып тұрды. Топырақ үлгілеріне өзге ауыр металдары қосу кезінде топырақ, өздігінен тазалану қабілетінен айырылады және топырақта да, сонымен қатар жауын құрттарының ағзасында да ластауыштар мөлшері арта түседі. Сәйкесінше, жауын құрттарының жойылуына алып келді (кесте 17).

Кесте 17. Ауыр металл хлоридтерінің жауын құрттарының өміршеңдігіне ықпалы

Атауы	бақылау	10%	12%	17.2%	20%	21.8%	23.2%	30%	40%	42.6%
ZnCl ₂	100%	70%			30%			20%	10%	100% жойылды
Mn Cl ₂	100%	80 %		100% жойылды			-	-	-	-
CuCl ₂	100%	70%		90%	90%		100% жойылды		-	-
FeCl ₂	100%	80%		90%	90%	100% жойылды			-	-
CoCl ₂	100%	90%	100% жойылды				-		-	-

ZnCl₂ 40% созылмалы, 42,6% аса уытты әсер 100% жойылуына алып келеді, 50 сек.

Mn Cl₂ 10% созылмалы, 17,2% аса уытты әсер 100% жойылуына алып келеді, 33 сек.

CuCl₂ 20% созылмалы, 23,2% аса уытты әсер 100% жойылуына алып келеді, 45 сек.

FeCl₂ 20% созылмалы, 21,8% аса уытты әсер 100% жойылуына алып келеді, 40 сек.

CoCl₂ 10% созылмалы, 12% аса уытты әсер 100% жойылуына алып келеді, 28 сек

Жоғарыда аталғандармен қатар кешенді тәжірибелік зерттеу жұмысы жүргізілді. Ауыр металл ZnCl₂, MnCl₂, CuCl₂, FeCl₂, CoCl₂ хлоридтерінің 8,2% қоспасы 10 сек уақыт аралығында уытты әсерін көрсетіп, жауын құрттарының 100% жойылуына алып келді [98].

4.1 Топырақтың түрлі реагенттермен ластануына жауын құрттарының реакциясы

Құрттарға әсер ету үшін ауыр металдардың модельдік қатары ретінде түйіршікті мырыш, кадмий сульфаты, мыс сульфаты, кобальт хлориді және темір сульфаты таңдалды. Бұл реагенттердің жауын құрттарына әсерін бағалау үшін 3 литрлік пластикалық контейнерлер қолданылды, олар әр контейнерде 1000 г топырақтың сынамаларымен толтырылды. Барлығы бірдей мөлшердегі 5 контейнер қолданылды, онда мақта майының қалдықтары қосылды, әр контейнерге 10 жауын құртынан салынды. Ауыр металдардың құрттарға әсері туралы эксперименттің ұзақтығы екі апта болды. Барлық кезең ішінде үлгілерде 5-7% тұрақты ылғалдылық сақталды.

Кесте 18. Топырақтың түрлі реагенттермен ластануына жауын құрттарының реакциясы

Реагент	бақылау	10%	20%	30%	40%	50%
Zn түйіршіктелген	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Cu ₂ SO ₄	100%	+	+	+	+	жойылды
CdSO ₄	100%	жойылды	–	–	–	–
CoCl	100%	30%	20%	10%	жойылды	–
Fe ₂ SO ₄	100%	+	жойылды	–	–	–

+ – жекелеген түрлерінің өлімі

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, құрттар әр түрлі ластаушы заттарға да, сыналған реагенттердің шоғырына да әр түрлі әсер етті (18-кесте).

Түйіршіктелген мырыш топырақтағы жауын құрттарының санына ең төмен әсерін көрсетті - тәжірибенің барлық нұсқаларында жауын құрттардың 100% тіршілік етуі атап өтілді.

Мыс сульфатын қолданған жағдайда, жауын құрттарының толық өлімі реагенттің 50% шоғырында, кобальт хлориді 40% шоғырында, темір сульфаты - 20%, кадмий сульфатының 10% шоғырында байқалды.

Құрттардың теріс әсер ету дәрежесіне сәйкес зерттелген химиялық элементтерді келесідей орналастыруға болады: Cd > Fe > Co > Cu > Zn [99].

Шымкент қаласы және Түркістан облысы (тіпті Қазақстан Республикасы) топырақтарындағы ауыр металдардың жинақталуы, оларды мониторингтеу және ластауыш заттарды тазалау бойынша іс-шаралар кешенін жасауды қажет етеді.

Реагенттердің түрлі шоғырында жүргізілген модельдік зерттеулерде биоиндикациялау әдісін қолдану көрсеткендей, жауын құрттары ауыр металдарды белсенді түрде сіңіреді. Топырақтағы ауыр металл шоғырын сатылап жоғарылату жауын құрттарының ішкі құрылысының айтарлықтай өзгеруіне, біршама және толығымен өліміне алып келетінін көрсетті.

4.2 Вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі шоғырына төзімділігін анықтау

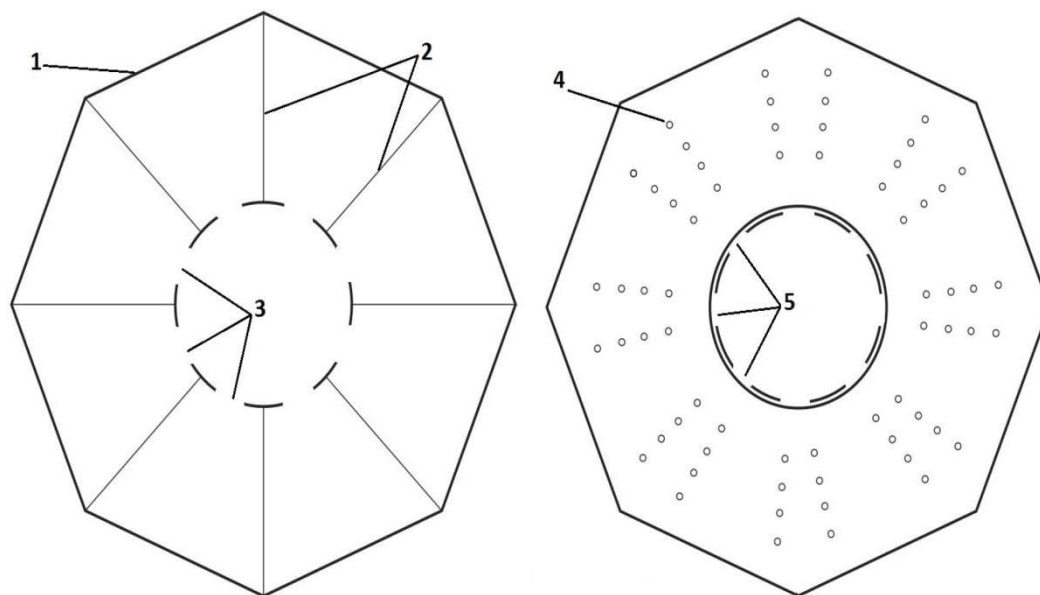
Адам қызметінің нәтижесінде пайда болатын улы элементтер мен заттардың құрамын азайтуға, ауыр металдармен ластанған топырақты тазарту үшін арнайы құрылғы пайдаланылу керек.

Ауыр металл иондарының 20-30% -ы өсімдік шаруашылығына өте қауіпті екені анықталды. 30% Рb концентрациясында жеміс шаруашылығын тез бұзады. Осыған байланысты топырақтағы ауыр металл иондарының шоғырлануын жедел анықтауға арналған арнайы құрылғы қарастырылды.

Сондықтан әртүрлі концентрациядағы ауыр металдармен ластанған топырақты биотестестендірудің тиімді және қол жетімді әдісі табылды. Техникалық нәтижесі - мыс, кадмий, хром, қорғасын және темір сияқты ауыр металдарды бірден ластану аймағында бірнеше үлгілерде жылдам анықтау мүмкіндігі [100].

Топырақтағы ауыр металдардың улы концентрациясын биотестестендіру әдісінде, құрттарды 8 бұрышты бөліктерге өту үшін тесіктері бар құрылғының орталық дөңгелек бөлігінде орналастырылған, жауын құрттары сынақ объектілері ретінде қолданады. Уытты ингредиенттердің қауіпсіз концентрациясы орталық бөлігінде орналасқан құрттардың санына байланысты, құрылғыда құрттардың кетуіне жол бермейтін тесіктері орнатылған қақпағы бар. Қақпақтың центрі айналу кезінде 8 тесіктерден тұратын цилиндр түрінде жасалады. Олардың бөліктерге өтуін, жабуға және ашуға қарауға мүмкіндік береді. Құрттар жоқ бөлшектерге үлгінің жоғары уыттылығы себебінен бірнеше құрт міндетті түрде топыраққа орналастырылады, мезгіл-мезгіл олардан ылғал мөлшері 5-7% болатын

токсикант концентрациясы немесе топырақтың созылмалы ластануы есептеледі (24 - сурет).



1- қақпақтың үстіңгі көрінісі; 2- шеттік радиальді, ластанған топырақтарға арналған бөлікшелер, 3- жауын құрттарын салатын орталық бөлікше; 4 – ауа өткізетін тесіктері; 5 - жауын құрттарын салатын орталық бөлікшенің сыртқы көрінісі [101].

2-

Сурет 24 – Ауыр металдармен ластанған топырақты биоремедияциялық тазарту құрылғысы

Барлығы бірдей мөлшердегі 5 контейнер, әр контейнерде 10 жауын құрттары қолданылды. Ауыр металдардың құрттарға әсері туралы эксперименттің ұзақтығы 7 күн немесе 168 сағатты құрады. Барлық кезең ішінде үлгілерде 5-7% тұрақты ылғалдылық сақталды. Мәселе шешімін табуда, топырақтағы ауыр металдардың құрамын диагностикалау үшін құрттар сынақ объектісі ретінде қолданылады.

Құрттар әртүрлі ластанған жерлерде топырақ сынамалары алынған бөліктерге орналастырылады. Жердегі құрттардың өлу уақыты топырақтағы ауыр металдардың шоғырлануын, сондай-ақ мұндай топырақтардың тірі организмдердің (адамдар, өсімдіктер, жануарлар) тіршілігі мен дамуы үшін жарамдылығын бағалау үшін қолданылады [101].

Топырақтың таза үлгісі және қажетті құрттардың саны орталық бөлікке орналастырылған. Салмағы 1000 г, ылғалдылық 5-7% дейін ылғалдандырылған топырақ сынамалары және құрылғының орталық бөлімінен 10 құрт құрттары оқшауланған радиалды бөліктерге орналастырылған.

Басқа ауыр металдар қосылған кезде топырақ өзін тазарту қабілетін жоғалтады және ластаушы заттар топырақта да, құрттардың денесінде де жиналып, құрттардың өліміне әкеледі.

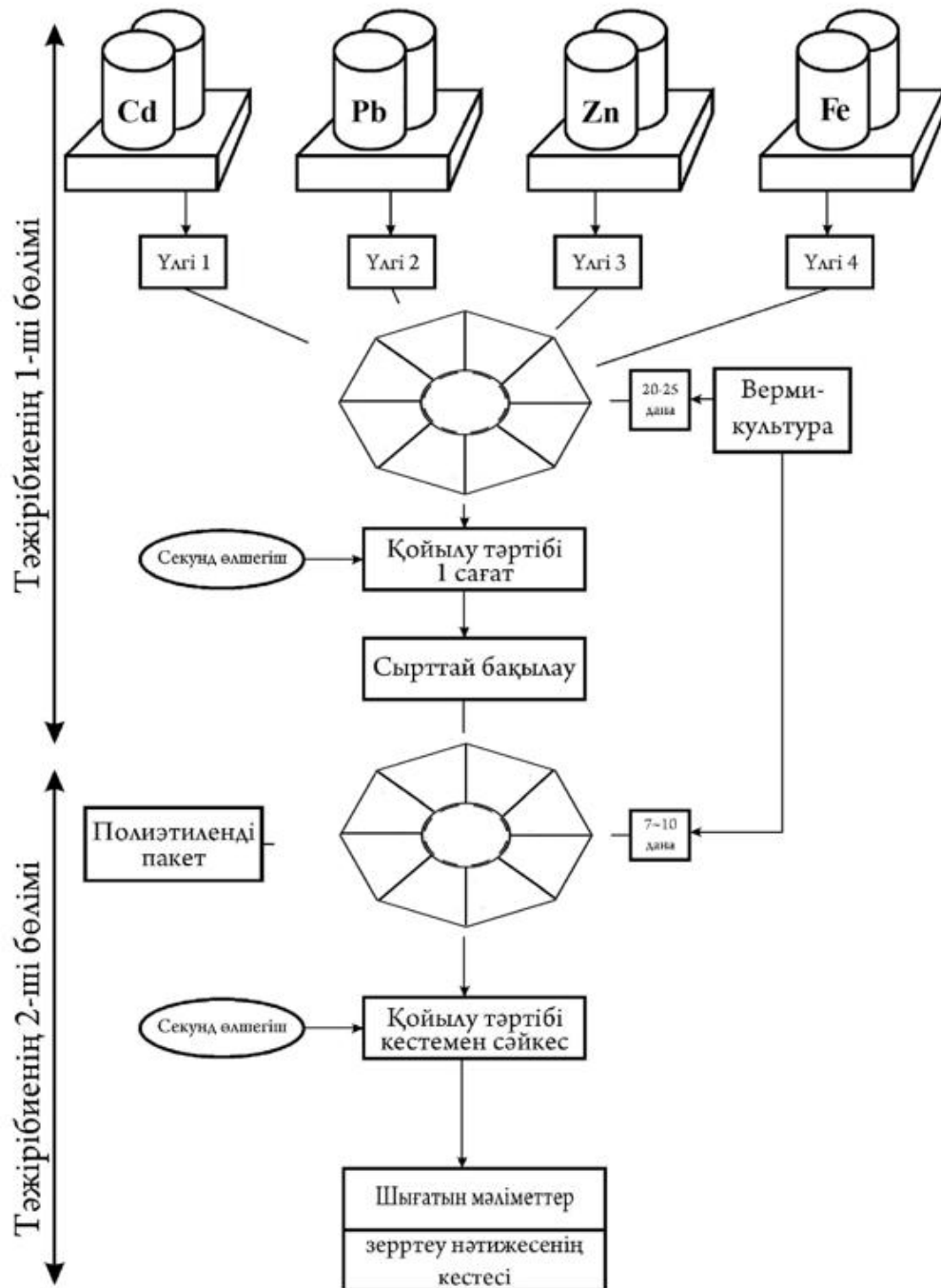
Улы әсерге ұшыраған вермикультураның реакциясының сипаттамаларын талдау кезінде біз оларды келесі көрінетін және оңай ескерілетін топтарға бөлдік: 1 - тіршілігі белсенді; 2 - тіршілік белсенділіктерінің төмендеген; 3 – тіршілік әрекеттерінің жойылуына кететін уақыт мерзімі бойынша сағат, мезет және секундтар есепке алынды (19-кесте).

Кесте 19. Ауыр металдардың әртүрлі шоғырларының *Ar. c. caliginosus* жауын құртының тіршілік әрекеттерінің өзгерістеріне әсері

№	Ауыр металл иондары, %	Ауыр металл иондарының әсеріне құрт сынағының белгілері				
		Cd	Pb	Cr	Fe	Cu
1	1	ӨБ	ӨБ	ӨБ	ӨБ	ӨБ
2	5	ӨТ	ӨТ	ӨБ	ӨТ	ӨТ
3	7	1,3 сағ	30 м	2-2,5 сағ	50-60 м	1,5 сағ
4	10	30 м	10-15 м	1 сағ	6-10 м	15-20 м
5	15	20-22 м	5-7 м	40-50 м	2-4 м	10-12 м
6	20	10 м	2 м	30 м	2 м	9-10 м
7	25	5 м	5-7 сек	15-20 м	15-20 сек	5 м
8	30	2 м	лезде	8-10 м	лезде	1 м

Ескертпе*: ӨБ – өмір сүру белсенділігі; ӨТ – өмір сүру төмендігі; с – сағ; м – минут; сек - секунд

Құрылғы қайта пайдалануға ыңғайлы, тасымалдауға оңай және оны зертханалық және далалық жағдайларда жылдам сынау үшін пайдалануға болады.



Сурет 25 – Экспресс биотестілеу әдісінің көрсеткіштері

25 - суретте көрсетілгендей экспресс биотестілеу екі кезеңге бөлінеді: бірінші кезеңде - ластанған топырақ сынамалары жеке бөлшектерге салынып, топырақ ылғалдығы 30-32 % дейін жеткізіледі. Ортаңғы, топырақсыз шеңберге, саны белгілі жауын құрттарын ендіргеннен кейін құрылғының үсті жабылып қараңғылық орнықтырылады. Екі сағаттан кейін құрылғының әр бөлшектеріндегі топырақтарды жеке-жеке талдап, жауын құрттары таңдап миграцияланған сынамалар тәжірибеден шығарылып тасталады. Өйткені, бұл топырақ сынамасындағы ауыр металл иондарының шоғыры жауын құрттардың тесттік белгілерін тудырмайтын дәрежеде немесе олардың мүлдем таза екенін көрсетеді; екінші кезеңде – жауын құрттары бірінші кезеңде таңдамаған топырақ сынамаларына белгілі сандық мөлшерде қолмен енгізіледі. Жауын құрттарын топыраққа енгізген сәттен бастап, олардың тіршілік белсенділіктері мен тіршілігі жойылу динамикасы уақыт өлшеміне орай тіркеліп отырады. Тәжірибе нәтижелерін жоғарыдағы 1 және 3 кестелерінде келтірілген көрсеткіштермен салыстыру арқылы топырақтағы ауыр металл иондарының түрі мен шоғырлық деңгейлері анықталады [101].

4.3 Ауыр металл иондары бар тығыз қалдықтарды биоремедияциялау арқылы қалпына келтіру

Басты ғаламдық экологиялық мәселелердің бірі топырақ құнарлығының төмендеуі, ластануы және оның құрамының бұзылуы.

Топыраққа түскен органикалық заттарды шірітуде, топырақты гумуспен және өсімдік қоры элементтерімен байытуда негізгі рөл жауын құрттары мен топырақ микрофлорасына тиесілі екені бұрыннан дәлелденген. Бұл жануарлар топырақты ең басты жақсартушы болып табылады, және оның функциясын ешкім және ештеңе жауын құрты сияқты толық қалпына келтіре алмайды. Топырақтағы жауын құртының болуы – оның құнарлығы, тазалығы мен саулығының көрсеткіші. Әрине, бұл көрсеткіш топыраққа түсетін органикалық заттардың көлеміне тікелей байланысты.

Топырақ құнарлығының жақсаруы созылмалы және еңбекті көп қажет ететін үрдіс. Топырақ құрамын жақсарту әдісі ретінде экологиялық, ресурс үнемдеуші, сонымен қатар қарапайым әрі қол жетімді, жауын құрттарын пайдалану арқылы топырақ өнімділігін арттыратын әдісін ұсынамыз.

Соңғы жылдары көптеген елдерде тезекті және басқа да құрамында органика бар қалдықтарды жауын құрттары көмегімен қайта өңдеу технологиясына қызығушылық артуда. Компостты жауын құртының ас қорыту жүйесі құрамында органика бар, ауылшаруашылығы және малшаруашылығы қалдықтары мен қоқыстарын қайта өңдеуге бейімделген [102].

Компостты жауын құрттарын Шымкент қаласы, Дендро саябағы маңында, Түркістан облысы Қазығұрт ауданында жиналды. Құрттарды бірге алынған субстрат және топырақпен бірге ыдысқа салынды. Белбеушелері бар ересек құрттар таңдалды.

Бір аптадан кейін 9 топырағы бар ыдыстың әрқайсысына 15 аралас (көлемі үлкен, кіші) жауын құртынан салынды. Топырақты мерзімді (2 күн

сайын) дистилденген, бөлме температурасындай сумен ылғалдатып тұрдым. Әр 2-3 аптада әр ыдысқа тиесілі өсімдік қалдықтары және ҚТҚ (қатты тұрмыстық қалдық) салынып тұрды.

2 күн өткен соң, № 4 ыдыстағы жауын құрттары жұмыртқалағаны байқалды.

2 аптадан кейін, № 1,3 ыдыстағы жауын құрттары семірген, № 4 ыдыстағы жауын құрттар семіріп, құрттар саны көбейген. Жаңа пайда болған жауын құрттар саны шамамен 80-100 данаға жеткен.

Осы тәсілмен жауын құрттарының тіршілік етуі 2-3 ай бойы қадағаланып отырды. 2 айдан кейінгі нәтижелер 20 кестеде көрсетілген

Кесте 20 - Вермикультураның ТҚ қоректенуіндегі пайда болған өзгерістер

р/с	Жауын құрты салынған ыдыстың құрамы	Жауын құрты саны	Өзгерістер
1	Топырақ + алма	25	Жауын құрттар саны көбейген, салмағы үлкейген.
2	Топырақ + картоп	60-70	Жауын құрттар саны көбейіп, салмағы үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
3	Топырақ + көң, тезек	50-60	Жауын құрттар саны көбейіп, салмағы үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
4	Топырақ + карағай жапырағы	100	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
5	Топырақ + банан	80-90	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде кокондар пайда болған.
6	Топырақ + орамжапырақ	5	Жауын құрттары көлемінде өзгеріс байқалмайды, жауын құрттар саны азайған.
7	Топырақ + сәбіз	50-70	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде кокондар пайда болған.
8	Топырақ + емен жапырағы	95-100	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
9	Топырақ + қағаз, газет	55-59	Жауын құрттар саны көбейген, салмағы үлкейген. Кокондар пайда болған.

Жоғарыда айтып кеткендей, топырақтағы жауын құртының болуы – оның құнарлығы, тазалығы мен саулығының көрсеткіші. Жауын құрттары ластанған топырақтардың қайта қалпына келуінде үлкен рөл атқарады. Сондықтан олардың көбеюіне, жақсы қоректенуіне күшті ықпал жасалынуы керек.

Биогумус өңдеу үшін биіктігі 25-30 см 9 ыдыс алдын – ала дайындалды. Ол ыдыстарға таза топырақ пен әр түрлі майда туралған өсімдік қалдықтары мен ҚТҚ салынды. Топырақ жақсылап араластырылды. Ыдыстарда температураның 20-28⁰С аралығында ылғалдылықтың 5-7⁰С және рН 6,2-6,8 қолайлы жағдай шарттары ұсталды. Бетін жауып, 7 күнге қалдырдық.

9 ыдыстың сыртына нөмірі мен өсімдік және ТҚ атауы жазылды.

1. Топырақ + алма
2. Топырақ + картоп
3. Топырақ + көң, тезек
4. Топырақ + қарағай жапырағы
5. Топырақ + банан
6. Топырақ + орамжапырақ
7. Топырақ + сәбіз
8. Топырақ + емен жапырағы
9. Топырақ + қағаз, газет

Зерттеу нәтижелеріне қарап, жауын құрттары тіршілігі мен көбеюі үшін жапырақтар, картоп, банан өте қолайлы екені анықталды. Ал орамжапырақ, керісінше тиімсіз, кері әсерін тигізетіні анықталды.

Жергілікті экологиялық факторларға бейім келетін жауын құрттарын қолдану арқылы, өсімдік қалдықтары мен ТҚ қайта өңдеу заманауи биотехнологиялық әдіс, ТҚ үлкен көлемін кәдеге жаратып қана қоймай, сонымен қатар Қазақстанның деградацияға ұшыраған топырақ өнімділігінің азаюы мәселесін тиімді шешеді [103].

4.4 Жауын құрттарның техногенді ластанған топырақтағы ауыр металл иондарының азаюына ықпалы

Қазіргі уақытта адамзаттың іс-әрекеті нәтижесінде топырақ қабатына кері әсерлі антропогендік әсер күшейе түскен. Топырақ жамылғысының ауыр металдармен ластануы, адамзаттың кері ықпалының бірі болып табылады, көбінесе урбанизацияланған аймақтар мен қалалық аймақтар, өнеркәсіптік үлкен алаңдар, жол бойындағы жолақтар және т.б.

Мыс, мырыш, кадмий, қорғасын секілді және т.б. ауыр металдар топырақ қабатына табиғи жолдармен де келіп түседі. Дегенімен, қоршаған орта мен топырақ қабатына жинақталып түсетін ауыр металдардың үлкен бөлігі адамзаттың түрлі іс-әрекеттерінің антропогендік әсерімен келіп түсуде.

Өндірістік кәсіпорындардың қара және түсті металлургия, қағаз және картон, химия, машина жасау өндірісі, құрылыс материалдары өндірісі, жеңіл және тамақ өнеркәсібі, электрэнергетика, мұнай және мұнай өңдеу саласы, көлік техникасы, ауылшаруашылық саласы өнеркәсіптерінің қалдықтары ауыр металдардың негізгі таралу көздері болып табылады. Аталған салалардағы әрбір өндірістік кәсіпорындар мен кешендердің өзіндік сипаттамаларымен ерекшеленетін қалдықтары бөлініп отырады.

Қоршаған ортаға келіп түскен ауыр металдар топырақ қабатында жүретін негізгі үрдістерге кері ықпал етеді. Атап айтқанда, топырақ құрамындағы органикалық гумусты заттардың минералдана түсуін күшейте түседі, топырақ қабатымен сіңірілетін кешенді өзгерістерге алып келеді. Сонымен қатар, топырақтың ферментативті белсенділігі мен ондағы микроағзалардың өміршеңдігі ауыр металдармен ластану дәрежесіне қарай төмендей түседі. Нәтижесінде, топырақ қабатының тозаңданып, ерте тозуына және олардың өзіндік табиғи тазару қабылетінің нашарлауына әкеліп соғады.

Ауылшаруашылық жұмыстары қарқынды орындалатын аймақтардағы топырақ қабатындағы ауыр металдар өсімдіктерге, олардың жануарларға және одан тізбектеле адамдардың ағзаларына өтетіні белгілі. Аталған жолмен адам ағзасына келіп түскен көптеген ауыр металдардың аз мөлшері болса да, түрлі аурулардың қоздырғышы болуы мүмкін [104-107].

Қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануының теріс әсерлері биосфераға нақты қауіп төндіреді.

Топырақ қабатына түрлі жолдармен таралған ауыр металдардың мөлшерін қалыпты деңгейге дейін жеткізу бүгінгі таңдағы өзекті мәселелердің бірі болып қалуда. Бұл мәселенің шешімі топырақ қабатының көп функционалдылығына негізделуі қажет. Топырақты түрлі позициялардан қарастыру кезінде оның мөлшерлеу үрдісінде болады: өсімдіктердің, жан-жануарлардың, микроағзалардың табиғи дене ретіндегі өмір сүру ортасы бола алады, түрлі потагенді микроағзалардың табиғи қоры ретінде де қарастырылады. Топырақ қабатына таралған ауыр металдардың қалыпты зиянсыз мөлшеріне жеткізу үшін барлық топырақ түрлеріне ортақ бола алатын

құндылықтарды анықтаудың мүмкіндігін жоққа шығарат алатын топырақ-экологиялық ережелер мен қағидаттар негізінде жүргізілуі тиіс.

Топырақтағы таралған ауыр металдардың мөлшерін қалыпқа келтіруде негізгі екі әдісі белгілі.

Біріншісі, топырақ құрамындағы ауыр металдарды тазартуға негізделген. Мұнда, өсімдіктердің көмегімен, шаю әдісімен ауыр металдарды топырақтың жоғарғы қабатына ығыстыру, осылайша топырақтың ластанған беткі қабатын алу және т.б. арқылы жүргізуге болады. Екіншісі, топырақ қабаты бойында таралған ауыр металдарды топырақтың белгілі бір қабатына (нүктесіне) бекіту жолымен оларды суда ерімейтін күйге және тірі ағзалармен сіңірілмейтін күйге өткізуге негізделген. Аталған тазарту дәрежесіне жету мақсатында, органикалық заттар, қоңыр көмір, минералды түрлі тыңайтқыштар, табиғи цеолиттер, ион алмасу шайырлары және т.б. кеңінен қолданылады. Бірақ, аталған қоспалардың әр қайсысының өзіндік шектеулі қызмет ету мерзімдері бар. Осыған орай, бекітілген ауыр металдардың бір бөлігі топырақ қабатына және ондағы тіршілік иелеріне қайта таралуы ықтимал.

Шымкент қаласы және Түркістан облысы - Қазақстан Республикасының индустриалды дамыған және халық тығыз қоныстанған аймақтарының бірі. Өңірдің қоршаған ортасына техногендік ауыртпалықтың өсуі өткен ғасырдың екінші жартысындағы өнеркәсіптің қарқынды дамуымен байланысты.

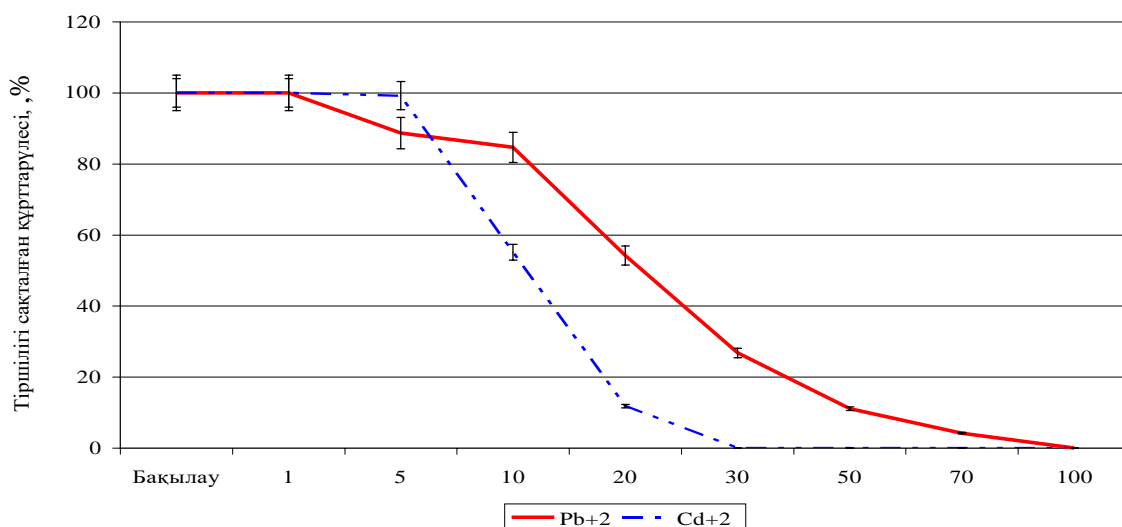
Өндірістің жалпы көлемін қамтамасыз ету үшін белгіленген басымдықтарға байланысты өндірістік нысандарды жобалау кезінде маңызды қателіктер жіберілген. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қалдықтары мен күл үйінділері үшін өндіріс аймақтары мен қоймаларының кеңістіктік оқшаулануын анықтау кезінде елді мекендердің мүмкін даму қарқыны және жер үсті су көздерінің жақындығы ескерілмеген. Осы есептеулердің нәтижесінде қазіргі уақытта ірі өнеркәсіптік кәсіпорындардың өнеркәсіптік және санитарлық қорғау аймақтары облыстың ірі қалалары аумағында пайда болды және қоршаған ортаны ластаудың созылмалы көзі болып табылуда. Осыған байланысты қазіргі уақытта топырақтар мен өнеркәсіптік аймақтарды ауыр металл иондарынан тазарту мәселесі аймақтағы өткір экологиялық проблемалардың біріне айналды.

Бүгінгі таңда, қоршаған ортада туындап отырған өзгерістердің адам ағзасына ықпалын бағалау және де осы ықпалдардың дәрежесі мен деңгейін диагностикалудың қолданбалы әдістері өңдеу үлкен маңыздылыққа ие.

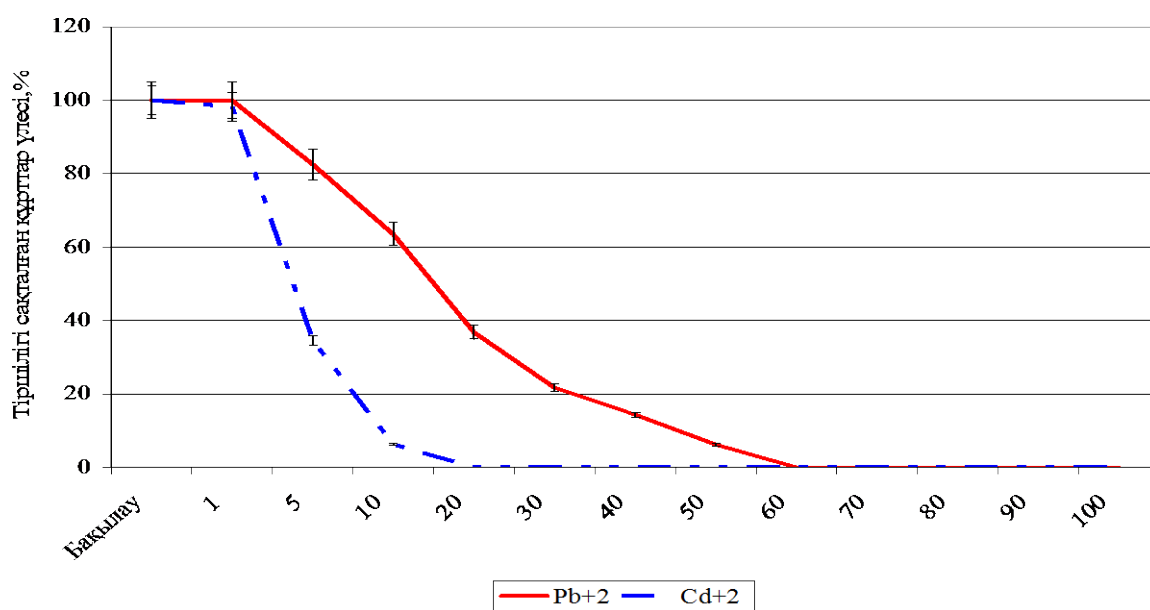
Республикамыздың ең ірі қалаларының бірі болып табылатыны Шымкент мегаполисі. Мегаполиске 2018 жылы жүргізілген Қазгидромет мониторингілеуінің нәтижесі бойынша қала жоғары ластану деңгейінде орын алған [108].

Түрлі өндірістік кәсіпорындардан келіп түскен ластаушы заттар тек ғана атмосфераны ластаумен шектелмеуде. Сонымен қатар, талдау нәтижелері көрсеткендей, жылжымалы ластаушы көздердің шығарындылары мен тастандылары жалпы қалдықтардың 70% құрауда. Қаладағы ең күрделі мәселелердің бірі-қоқыс шығару. Уытты және улы, канцерогенді заттар полигондарда жиналған қалдықтардан, сондай-ақ қалдықтарды жағу және

инсинерациялау кезінде әртүрлі аурулардың қоздырғыштарын құрайтын заттар мен өнімдерден түзіледі.



Сурет 26- қорғасын және кадмий иондарының әр түрлі шоғырларының *Eiseniaaena* жауын құртының тіршілігіне улылық әсері



Сурет 27- *Ap. c. caliginosus* жауын құрттары үшін қорғасын және кадмий иондарының шектік шоғырлары

Ауыр металл иондарының шоғырының артуына сәйкес олардың улаушы қасиеттері жоғарылай бастайтыны тәжірибелік жауын құртының реакциялық белгілері арқылы байқалды. Морфологиялық өзгерістер бірден көзге түсетін, қимыл - қозғалыстардың күрт төмендеуі және топырақ тереңдіктеріне қарай миграциялану әрекеттерінің тежелуі арқылы көрінбеді. Тәжірибелік нұсқалардағы құрттар, бұл көрсеткіштер бойынша бақылау нұсқаларынан аса ерекшеленбеді. Белгілі есептік уақыт мерзіміндегі жауын құрттар санын түгендеу кезінде тіршілігі жойылған құрттардың табылуы арқылы көріне бастады (26 және 27 сурет). Металл шоғырларының лездік улылық әсерлері тек

70-100 ШМШ асқан шекте қимыл-қозғалыстарының баяулауы, түстерінің ағаруы және биомассаларының төмендеуі арқылы нақтыланады [109].

Вермикультураның метаболизм үрдістерінің қарқындылығының ауыр металл иондарын сіңіруіне әсерін анықтау мақсатында, тәжірибеде құрамына төменде көрсетілгендей, жапырақ массаларынан құралған қара шірік қосылған нұсқалар жоспарланды:

Бақылау нұсқасы (0) – кәдімгі сұр топырақ.

Бақылау нұсқасы (1) – кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} .

Бақылау нұсқасы (2) – кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} + 15,0 % қара шірік.

Бақылау нұсқасы (3) – кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} + 35,0 % қара шірік.

Бақылау нұсқасы (4) – кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} + 55,0 % қара шірік.

1- тәжірибелік нұсқа - кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} +100 жауын құрты.

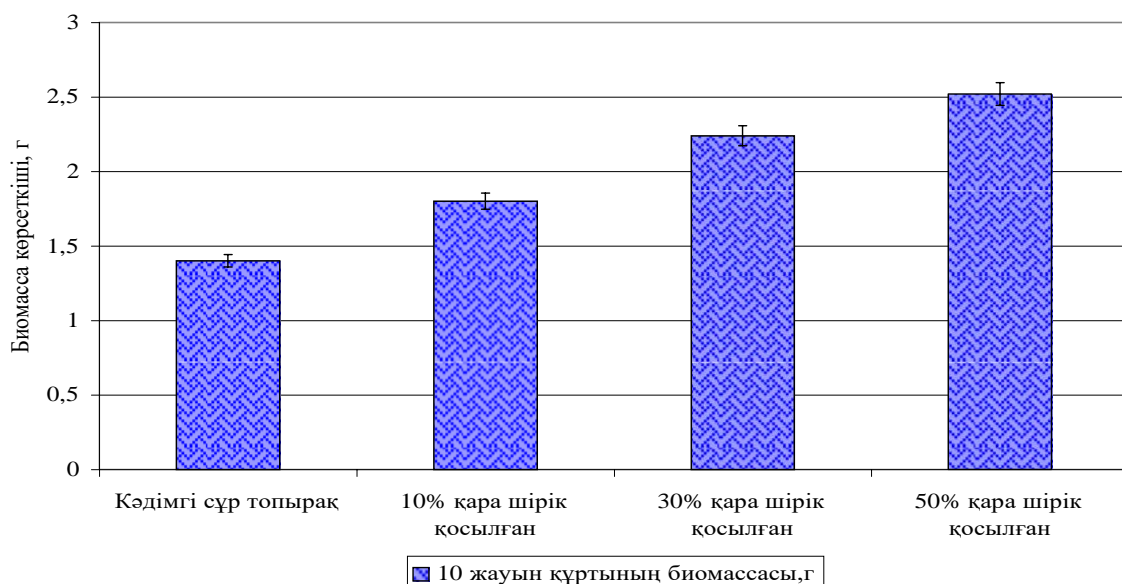
2- тәжірибелік нұсқа - кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} +15,0 % қара шірік +100 жауын құрты.

3- тәжірибелік нұсқа - кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} +33,0 % қара шірік+100 жауын құрты.

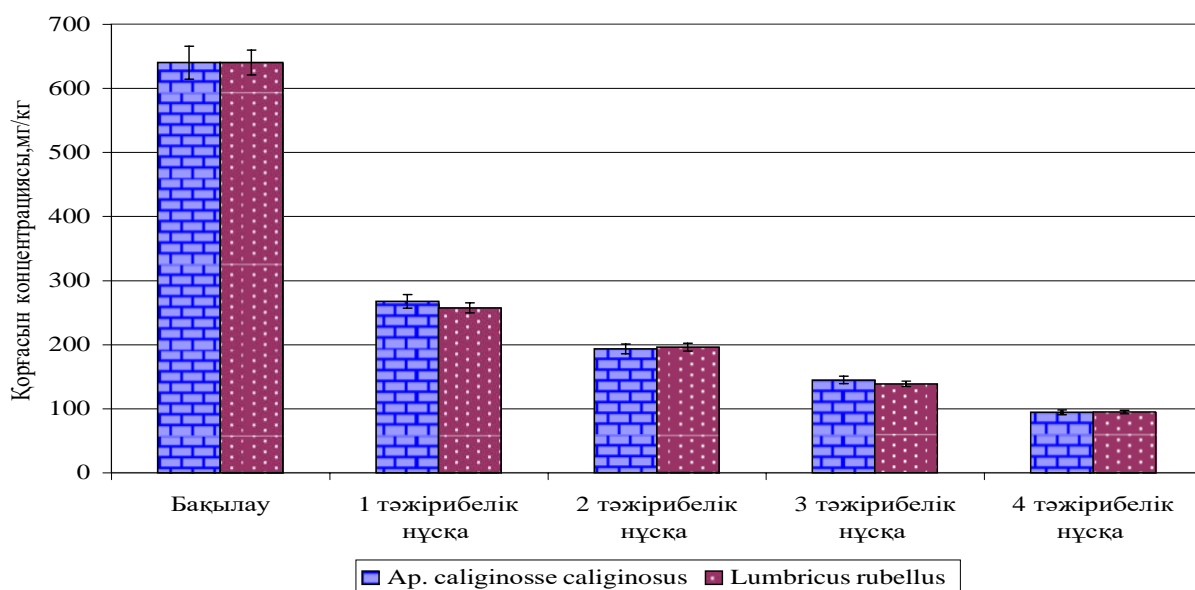
4- тәжірибелік нұсқа - кәдімгі сұр топырақ + Pb^{+2} , Cd^{+2} +55,0 % қара шірік+100 вермикультура.

Тәжірибе нәтижелерін сараптау жауын құрттарының топырақты ауыр металл иондарынан тазартатынын, ал қара шірік арқылы құрттардың тіршілік қоректік ортасын байыту бұл үрдістің қарқынын арттыратынын көрсетті. Зерттелген жауын құрт түрлері бұл көрсеткіштер бойынша статистикалық сенімділікке сай айырмашылықта болмады, берілген шоғырлар көлемінде алынған нәтижелерді бірыңғай деп сипаттауға болады. Тәжірибенің бақылау нұсқаларындағы ауыр металл шоғырлары тәжірибе соңында жүргізілген химиялық сараптауда бастапқы мөлшер көлемінде анықталды, ауытқушылықтар қорғасын мен кадмий иондарына тиесілі $33 \pm 1,4$ және $0,14 \pm 0,01$ мг/кг шамасынан артпады.

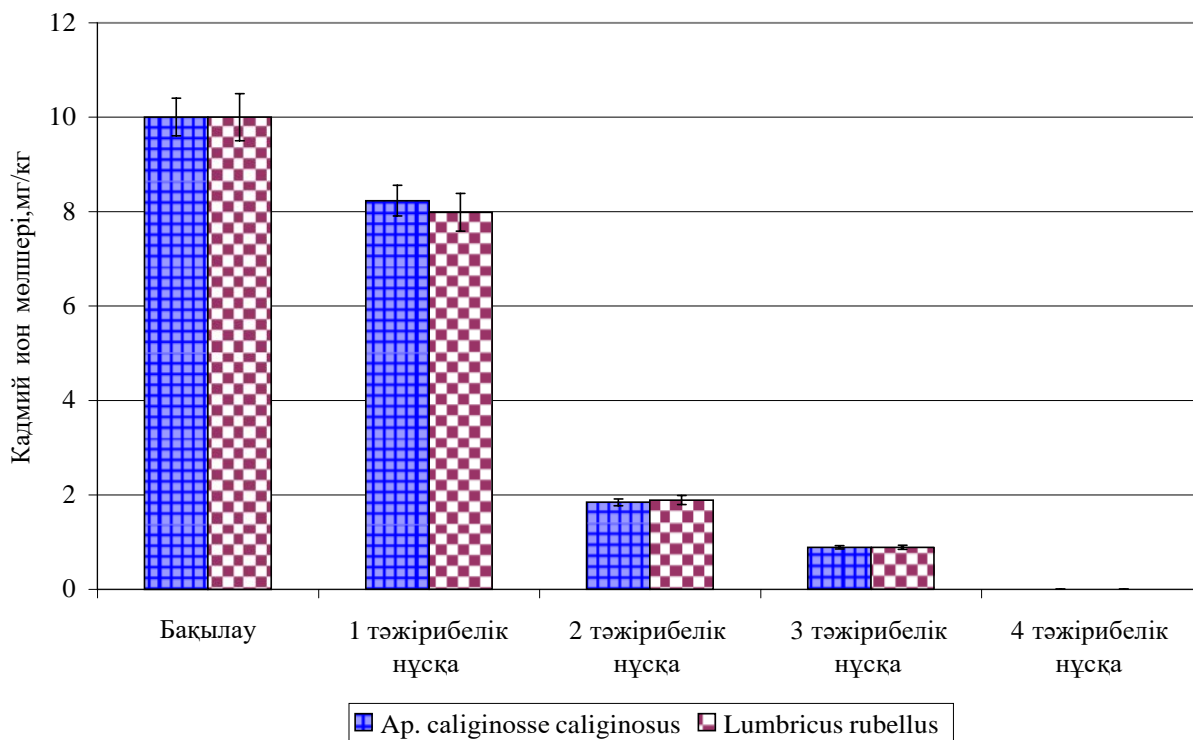
Тәжірибелік нұсқалардағы металл иондарының азаюы субстратқа қосылған қара шірік мөлшерімен тікелей байланыста болды. Екі айлық тәжірибе мерзімінде топырақ құрамына аралыстырылған жапырақ массалары толығымен қорытылып, біркелкі құрылымды қара шірікке айналды. Жауын құрттарының тіршілігін жою құбылыстары байқалмады және тәжірибенің соңында олардың биомассалық көрсеткіштерінің артқаны анықталды. 32 - суретте көрсетілгендей, тәжірибенің 1- нұсқасымен салыстырғанда, 2 - 4 нұсқаларындағы жауын құрттарының биомассалары екі ай мерзімінде 1,3-1,8 еселерге артты. Тәжірибенің 15,0 %, 35,0 % және 55,0 % қара шірік енгізілген нұсқалардағы топырақтардың тәжірибеден кейінгі химиялық талдауы, топырақтағы қорғасын мөлшерінің $68,9 \pm 3,5$, $77,4 \pm 4,8$ және $85,3 \pm 5,6$ %-ға, ал кадмийдің $81,6 \pm 6,5$, $95,8 \pm 5,5$ және $98,6 \pm 7,5$ %-ға кемігенін көрсетті (28 және 29 суреттер).



Сурет 28 – *Ap. c. caliginosus* жауын құрттарының ауыр металл иондарын сіңіру қарқынына топырақтағы қара шірік мөлшерінің әсері



Сурет 29 – Жауын құрттарының топырақтағы қорғасын иондарының азаюына қара шірік мөлшерінің артуына байланысты ықпалы



Сурет 30 – Жауын құрттарының топырақтағы кадмий иондарының азаюына қара шірік мөлшерінің артуына байланысты ықпалы

Келтірілген деректер жауын құрттарының ауыр металл иондарын ас қорыту кезінде сіңіру арқылы өз денелерінде жинақтайтынын көрсетеді. Бұл тұжырымды дәйектеу үшін, ластанбаған кәдімгі сұр топырақта, тәжірибенің 2-нұсқасында және «Южполиметалл» АҚ аймағынан (сурет 30) алынған (Pb^{+2} - 287 мг/кг, Cd^{+2} - 15 мг/кг) тіршілік еткен жауын құрттарының көлденең кесінділеріндегі ұлпалардың элементтік құрамына, электронды расторлық микроскопта салыстырмалы микроанализ жүргізілді [109].

ТЕХНОГЕНДІ ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ЛЮМБРИКАФАУНАНЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ТҮЗУ

Ауыр металмен ластанған экожүйелерді қайта қалпына келтірудің ең тиімді және экологиялық жағынан қауіпсіз тәсілі болып биоремедиация саналады. Бұл технологиялар көптеген өскелең елдерде кеңінен қолданыс тауып келеді (Хомяков). Біздің жүргізген зерттеулеріміздің нәтижелерінде *Ar. c. Caliginosus* жауын құрттарының ауыр металл иондарының мөлшерін азайтатыны анықталды. Бұл деректер жауын құрттарын пайдалану арқылы техногенді ластанған топырақты рекультивациялау технологиясын түзуге негіз болды. Техногенді ластанған топырақты люмбрикофаунаны пайдалану арқылы тазарту технологиясы келесі технологиялық тізбектерден тұрады (31, 32 сурет):

1-тізбек-агротехникалық іс-шараларды қамтиды, бұл әрекет ауыр металмен ластанған топырақтағы ауа және ылғал режимдерін жақсартуға, ауыр металдың физико-химиялық факторлардың әсерінен деградацияға ұшырау үрдісін үдетуге және спонтандық микрофлораның қызметін күшейтуге бағытталған. Топырақты жыртар алдында, 1,0 % - көлемде азофоска себіледі, одан кейін үстіңгі қабатты 8 см тереңдікке үстеме жыртатын тісі бар соқамен 23-30 см (ластану дәрежесі 5,0 % дейін болса), ал 7,0-7,5 % болған жағдайда 30-40 см тереңдікте қопара жыртылады, ылғал мөлшері жеткіліксіз болған жағдайда қолдан ылғалдандыру қамтамасыз етіледі. Жалпы, агротехникалық іс-шараларды жүргізудің қолайлы мерзімі болып күзгі айлардың басы саналады.

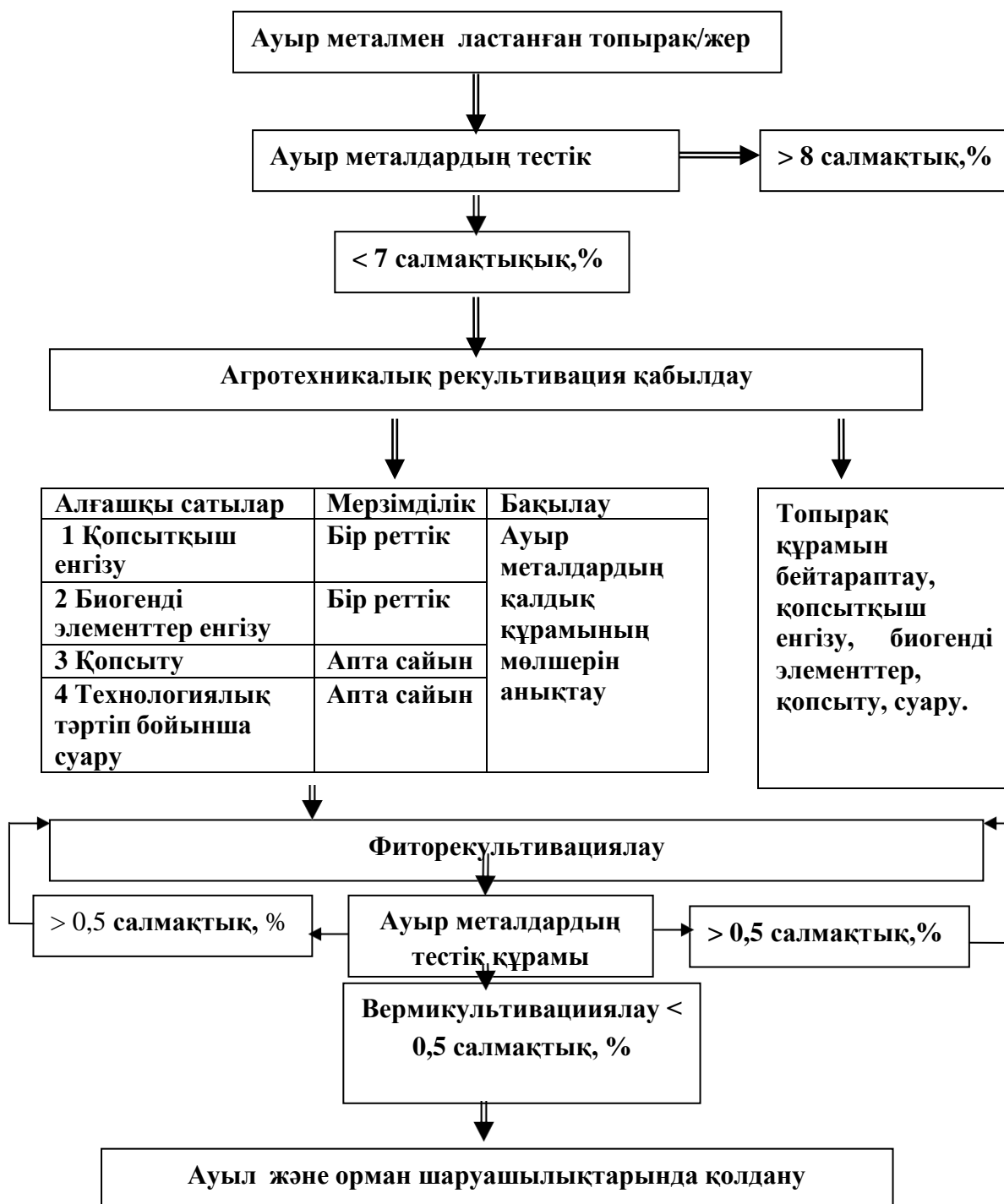
2-тізбек– микробиологиялық іс-шараларды толық қамтиды, топырақтағы жергілікті спонтанды микрофлораның тіршілігін белсендіру арқылы ауыр металдардың ыдырау үрдістері арттырылады, қажетті жағдайлар бойынша топырақ 20-35 см тереңдікте қайта жыртылып, биогендік элементтермен үстемелі әдіспен 1,2-1,5% мөлшерінде беріліп, аэрация үрдісі жылдамдатылады. Микроағзалардың спораларынан даярланған суспензия топырақ беттеріне бүркегіштер арқылы таратылады. Мұндағы микроағзалардың спораларының 1 дм³ шаққандағы титры болуы шарт. Бұл шарттар сапалы орындалған кезде (жыл мезгіліне орай) топырақтағы ауыр металл мөлшері 4-6 ай аралығында 92,0-95,0 % кемиді; тізбек – фиторекультивациялық іс-шараларды қамтиды. Фиторекультиванттар тамыр жүйелері арқылы топырақтағы ауа және ылғал режимдерінің оңтайлы параметрлерін орнықтырумен қатар, ыдырау үрдісінде пайда болған төменгі молекулалық қосылыстарды сіңіреді [110].

3- тізбек – өсімдіктердің қоректенуі мен спонтанды ризосфералы микрофлораға 1,0 % - ды аммофос енгізілуін қажет етеді. Зерттеулердің нәтижелері бойынша қолдану жағдайында орта есеппен топырақтың тазарту дәрежесі 92,0 % құрайды. КТМ – нің белсенді штаммдарын қосымша ендіру тазарту дәрежесін 97,0 % - ға дейін жоғарылатуға болады. Топырақтың ластану дәрежесіне байланысты тазарту кезеңі ауыр металдар 3,0 % - ға дейін болса, тазарту 2-3 айға ж. Құрамында 5,0% - ға дейін ауыр металдары бар топырақты тазарту 5-6 ай бойы жүргізіледі (наурыз-тамыз). Топырақта ауыр металдар жоғары шоғырлы (7,0-10,0 %) оларды тазарту үшін, уақыт регламентін сақтай

отырып екі сатылы тазарту ұсынылады. Бастапқы кезең мынадай іс-шараларды қамтиды: 30-40 см тереңдікте топырақты қопсыту (7-10 күнде 1 рет), КТМ –дың белсенді штаммдарын енгізу, азотты-фосфорлы тыңайтқыш енгізу (1,0 % аммофос), 60,0 % ылғалдылықты сақтау. Бұл кезеңді наурыз айынан қараша айына дейін жүргізілу ұсынылады. 2-ші кезеңді, мақсаттарға сай, ақпан айының аяғында – наурыз айының басына ылғалдылығы мол жерге тұқымды сепкен кезде бастаған жөн. Табиғи немесе жасанды жолдармен топырақтың ылғалдылығын 60,5% болған шамада, топырақтың 92,0-95,0% шамасына тазаруы қыркүйек-қазан айларында жүзеге асатындығы анықталды. Келесі саты, өсімдіктердің жасыл массасын мал қоректері үшін шауып алып немесе топыраққа сидерат ретінде көміп тастауға болады;

4-тізбек – люмбрикофаунаны пайдалану іс-шараларын қамтиды. Ластанған аймақтағы топырақ жыртылып 5-7 % ылғалдандырылған болуы тиіс. Жауын құрттарын өсірілген питомниктерден көшіру мерзімі 1-2 сағаттан аспауы шартты жағдай болып табылады. Аталған ластану дәрежелеріне тиесілі бір шаршы метрге шаққандағы жауын құрттарының мөлшері 150-200, ал 7,0-7,5 % ластану кезінде 200-300 ересек дернәсілдерден кем болмауы тиіс. Жауын құрттарын питомниктерден көшіру мерзімінің ең қолайлы сәті наурыз – сәуір және қыркүйек – қараша айлары. Ауыр металмен ластанған топырақты люмбрикофаунаны пайдалану арқылы тазарту технологиясын пайдалану рекультивация мерзімін 1,0-5,0 % ластану кезінде бір айға, ал 7,0-7,5%-10,0 % жағдайда 15-20 тәулікке қысқартады [110].

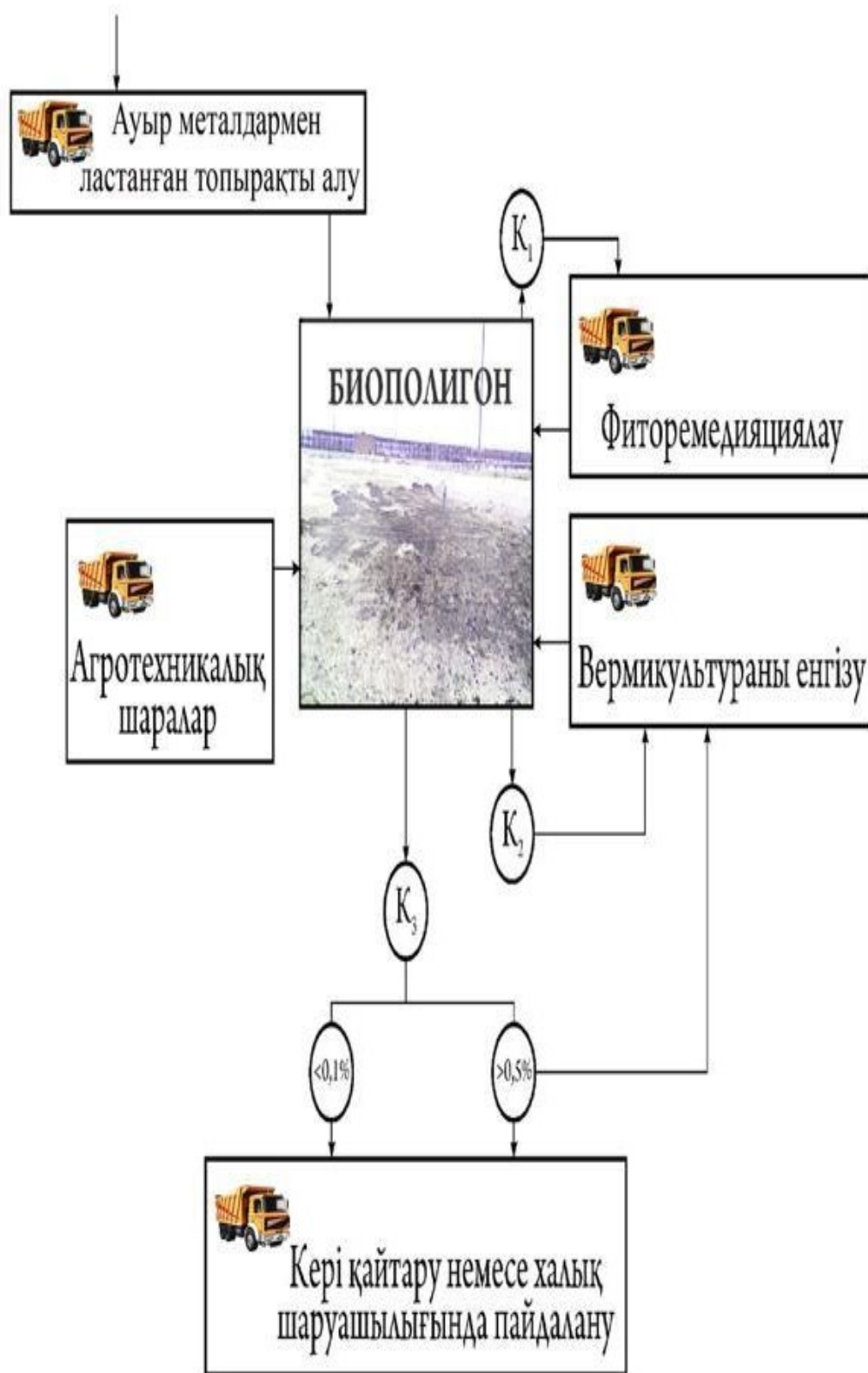
Арнайы биополигон (31, 32 сурет) құрылып, ауыр металмен ластанған топырақтағы вермикультураның қатысуымен биорекультивациялау технологиясының сызбасы құрылды. Сонымен қатар технологиялық сызбаның көрсеткіштері (21-кесте) анықталды.



31 Сурет – Түркістан облысы ауыр металмен ластанған топырақ типтерінің вермикультураның қатысуымен биорекультивациялау технологиясының сызбасы [110]

Кесте 21 - Биорекультивациялау технологиясының көрсеткіштері

Микробиорекультивациялау			
< 7 салмақтық, %			
Режим	Өлшем белгісі	Көрсеткіштері	
		min	max
Қопсыту тереңдігі	см	20	40
Ылғалдылық	%	55	60
Биогенді элемент	%	1 аммофос	
Қопсыту	1 рет (күн)	7	10
Суару	1рет (күн)	7	10
Температура	°С	15-тан жоғары	45- тан төмен
Жұмыс өткізу мерзімі	Көктем–күз	наурыз	қараша
Тазалау уақыты	ай±2	4	6
Фиторемидияциялау			
< 2 салмақтық, %			
Қопсыту тереңдігі	см	20	35
Ылғалдылық	%	55	60
Қопсыту	-	1рет	
Суару	1рет (күн)	7	10
Температура	°С	15-тан жоғары	45-тан төмен
Жұмыс өткізу мерзімі	Көктем–күз	наурыз	қараша
Тазалау уақыты	ай±2	4	6
Вермирекультивациялау			
< 0,7 салмақтық, %			
Қопсыту тереңдігі	см	10	30
Ылғалдылық	%	45	50
Қопсыту	-	Қажеті жоқ/ 1 реттік	
Суару	1рет (күн)	7	10
Температура	°С	15-тан жоғары	28- тан төмен
Жұмыс өткізу мерзімі	Көктем –күз	наурыз	қараша
Тазалау уақыты	ай±2	4	6
1м ² аймағына	ересек жауын құрты	150	300



32 Сурет – ауыр металдармен ластанған топырақтарды биополигонда вермикультурациялау үлгісі [111]

Ұсынылып отырған әдістің экономиялық тиімділік есебі, ауыр металмен ластанған топырақтарды тазарту үшін люмбрикофаунаны пайдаланудың тиімді екенін көрсетті.

Экономиялық тиімділік есебі «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017 – 2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын іске асыру жөніндегі ішаралар жоспарына» сәйкес орындалды. Есептеу «Южполиметалл» АҚ аймағындағы ауыр металмен ластанған жерлерді тазарту жұмысы көлемінен алынған нәтижелер негізінде жүргізілді (22 кесте).

Кесте 22 - Бастапқы көрсеткіштер

№ рс	Көрсеткіш	белгіле нүі	өлшем бірлігі	Мөлшер, тенге	Ескерту
1	Капиталды шығын / ҒЗЖ-ның шығыны	КҒЗЖ	теңге	1000 000,0	м/б тақырып: Б-ЕПФ-03-7
2.	Ауыр металмен ластанған топырақты қайта өңдеу	P ₁	Теңге/т	1765,69 (ҚСҚ-сыз)	Келісім шарт №117 24.03.17 АЦК мен
3.	Люмбрикофауна арқылы ауыр металмен ластанған жерлерді қайта өңдеу	P ₂	Теңге/т	1040,4 (ҚСҚ-сыз)	Технологиялық регламент
4.	Ауыр металмен ластанған жерлерді қайта өңдеу	Г	т	2000,0	Технологиялық тапсырма
5.	Экономикалық тиімділіктің нормативті коэффициенті	E _n	шексіз	0,55	Әдістемелік нұсқау

1. Есеп

1.1. Капиталды шығындар.

Жаңалық енгізуге қосымша капиталды қаржы бөлу қажет емес.

$$K_{\text{ҒЗЖ}} = 1000\ 000,0 \text{ теңге}$$

1.2. Күнделікті шығын өзгерісі

1.2.1. Іске асырылып жатқан технология шығыны

$$C_1 = P_1 \times Г = 1762,69 \times 2000,0 = 3525380,0 \text{ теңге}$$

1.2.2. Биологиялық технология шығыны

$$C_2 = P_2 \times Г = 1040,4 \times 2000,0 = 2080800,0 \text{ теңге}$$

1.3. Өзіндік құнының төмендеуі

$$C = C_1 - C_2 = 3525380,0 - 2080800,0 = 1\,444\,580,0 \text{ теңге}$$

1.4. 2020 жылғы нақты экономиялық тиімділік

$$\Delta = C - E_n \times K = 1\,444\,580,0 - 0,55 \times 1000\,000,0 = 894\,580,0 \text{ теңге}$$

Сонымен, ауыр металмен ластанған топырақты lubricoфаунаны пайдалану арқылы тазарту технологиясының тиімділігі әрбір 1000,0 т-ға 894580,0 теңгені құрайды [111].

6 ТОПЫРАҚ ҚАБАТЫН ТАЗАЛАУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІ КӨРСЕТКІШТЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

6.1 Тиімді дәлдік көрсеткіштерін математикалық маделдеу жолымен анықтау

Алдыңғы тарауларда көрсетілген материалдарды қолдана отырып жүргізілген алдын ала талдамалар негізінде топырақтың тазарту дәрежесіне едәуір әсер ететін төрт негізгі факторларды анықтадық.

Топырақты тазартудың технологиялық процесінің өлшемдерін келесідей белгілейміз:

X1 – топырақты тазалау уақыты [күн];

X2 – топырақ ылғалдылығы [%];

X3 – топырақ температурасы [Гр.Ц];

X4 – топырақтағы ауыр металл пайыздық мөлшері [%];

Y - топырақты тазарту дәрежесі [%].

Бұл төрт тәртіптік X көрсеткіштерінің топырақты Y тазарту дәрежесіне әсері зерттелді. Математикалық үлгілеудің мақсаты тазалаудың максимальды дәрежесіне жеткізілетін технологиялық процессті жүргізудің жағдайын анықтау болып табылады.

Бұл есептердің (тапсырманың) шешімі кәсіби компьютер Mathcad-14 жүйесі үшін арнайы даярланған бағдарламаларда алына отырып, үш сатыда орындалды:

- тәртіптік параметрлер кеңістігінде үйлесімділіктің орналасу орнын анықтау.
- зерттелетін нысанаға барабар тәртіптік көрсеткіштердің, топырақты тазарту сапасына таңдалған әсерін сипаттайтын математикалық үлгіні алу.
- алынған математикалық үлгілерді қолдана отырып тазарту процесінің үйлесімді тәртібін табу [112]

6.2 Тәртіптік көрсеткіштер аясында орналасқан оптимумды анықтау

Әдеби көздер [113] талдамасынан және зерттеулердің жоғарыда көрсетілген нәтижелерінің негізінде топырақты тазарту процессінің келесідей сапалық тәуелділігі мен заңдылықтары анықталған.

X1 (уақыт) көрсеткішінің мөлшері өскен сайын Y топырақты тазарту дәрежесі де белгілі бір мәнге дейін өседі;

X2 (ылғалдылық) көрсеткіштің мәні өскен сайын Y топырақты тазарту дәрежесі белгілі бір мәнге дейін өседі, содан кейін төмендей бастайды, сонымен қатар X2 мәнінің кейбір жеткілікті мөлшердегі төмен мүмкіндік шегі болады;

X3 (температура)

X4 (пайыздық мөлшері)

Бастапқы параметрлердің бір мезетте өзгеруі барысында олардың өзара әсер ету көрінісі едәуір күрделі болып келеді.

Технологиялық процестің Y көрсеткішінің ең жоғарғы мәні бойынша тәртіптік параметрлердің тәжірибелік ерекшеліктеріне ие.

23 кестеде көрсетілген тәртіптік көрсеткіштер келесідей болжамды мүмкіндік мөлшерлері бойынша анықталып, нақты көрсетілген.

Бұл мөлшерде жүргізілген 131 зерттеулер нәтижесі 24 кестеде көрсетілген.

Кесте 23 - Математикалық үлгілеудің бірінші сатысында таңдалған тәртіптік өлшемдердің (керіс) өзгеру шегі

Кіріс фактор	Өзгеру диапазоны	Мөлшері
X1	1, 3, 7, 10, 16, 20, 25, 30	күн
X2	40 .. 45	%
X3	16 ..25	°C
X4	0,5; 0,7; 0,8; 0,9	%

Кесте 24 - Математикалық модельдеуді алғашқы көрсеткішіндегі топырақтарды тазарту дәрежесінің анықтаулары

Реттік №	Кіріс				Шығыс	Реттік №	Кіріс				Шығыс
	X4	X1	X2	X3	Y		X4	X1	X2	X3	Y
1	0,89	30	45	16	9,7510	67	0,89	30	50	25	0,1125
2	0,89	25	45	16	9,5000	68	0,89	25	40	25	0,1120
3	0,78	30	45	16	8,7500	69	0,89	30	44	22	0,1010
4	0,89	20	45	16	8,4000	70	0,78	30	40	25	0,1000
5	0,78	25	45	16	8,0500	71	0,78	30	50	25	0,1000
6	0,89	15	45	16	7,9000	72	0,89	15	40	25	0,0960
7	0,78	20	45	16	7,7900	73	0,78	25	40	25	0,0950
8	0,7	30	45	16	7,7500	74	0,78	30	44	22	0,0910
9	0,89	30	43	20	7,7001	75	0,89	30	40	20	0,0910
10	0,7	25	45	16	7,5001	76	0,89	10	40	25	0,0870
11	0,89	25	43	20	7,5100	77	0,7	30	40	25	0,0870
12	0,8	15	45	16	7,1000	78	0,7	30	50	25	0,0870
13	0,7	20	45	16	6,9800	79	0,78	20	40	25	0,0850
14	0,89	10	45	16	6,7900	80	0,78	30	40	20	0,0830
15	0,5	30	45	16	6,7500	81	0,7	25	40	25	0,0810
16	0,89	20	43	20	6,5800	82	0,7	20	40	25	0,0780
17	0,78	30	43	20	6,5000	83	0,7	30	44	22	0,0780
18	0,5	25	45	16	6,1000	84	0,89	8	40	25	0,0770
19	0,78	25	43	20	6,0100	85	0,78	15	40	25	0,0760
20	0,78	10	45	16	5,9800	86	0,5	30	40	25	0,0610
21	0,7	15	45	16	5,5800	87	0,5	30	50	25	0,0610
22	0,89	8	45	16	5,5500	88	0,78	8	40	20	0,0600
23	0,89	15	43	20	5,5300	89	0,5	25	40	25	0,0590
24	0,78	20	43	20	5,5100	90	0,7	15	40	25	0,0570

24 - кестенің жалғасы

25	0,5	20	45	16	5,5000	91	0,89	5	40	25	0,0560
26	0,7	30	42	20	5,4300	92	0,89	15	50	25	0,0560
27	0,7	10	45	16	5,1000	93	0,5	30	45	22	0,0560
28	0,89	10	42	20	5,1000	94	0,78	10	40	25	0,0530
29	0,89	5	45	16	5,0100	95	0,5	20	40	25	0,0520
30	0,5	15	45	16	4,9800	96	0,7	10	40	25	0,0510
31	0,7	25	42	20	4,9800	97	0,5	30	40	20	0,0500
32	0,78	15	42	20	4,8700	98	0,7	7	40	25	0,0480
33	0,7	7	45	16	4,7800	99	0,5	15	40	25	0,0470
34	0,89	7	42	20	4,7900	100	0,89	15	45	22	0,0450
35	0,78	7	45	16	4,5600	101	0,7	15	50	25	0,0430
36	0,5	30	42	20	4,5600	102	0,5	10	40	25	0,0410
37	0,7	20	42	20	4,5400	103	0,78	15	45	22	0,0400
38	0,78	10	42	20	4,3400	104	0,5	7	40	25	0,0390
39	0,5	10	45	16	4,3000	105	0,89	15	40	20	0,0370
40	0,78	5	45	16	4,1001	106	0,5	15	50	25	0,0310
41	0,7	15	42	20	4,1000	107	0,7	15	45	22	0,0300
42	0,5	25	42	20	4,0100	108	0,78	15	40	20	0,0300
43	0,7	10	42	20	3,9300	109	0,89	1	40	25	0,0260
44	0,5	7	45	16	3,7800	110	0,89	7	50	25	0,0260
45	0,5	20	42	20	3,5700	111	0,8	7	50	25	0,0230
46	0,78	7	42	20	3,5600	112	0,7	7	50	25	0,0200
47	0,7	5	45	16	3,5000	113	0,5	15	45	22	0,0200
48	0,89	5	42	20	3,1500	114	0,7	15	40	20	0,0200
49	0,78	5	42	20	3,1100	115	0,89	7	45	22	0,0150
50	0,5	15	42	20	3,1100	116	0,78	7	45	22	0,0130
51	0,5	5	45	16	3,1001	117	0,5	7	50	25	0,0100
52	0,7	7	42	20	3,0100	118	0,7	7	45	22	0,0101
53	0,5	10	42	20	2,9800	119	0,78	7	40	25	0,0080
54	0,7	5	42	20	2,9000	120	0,7	30	40	20	0,0072
55	0,5	7	42	20	2,2300	121	0,89	7	40	20	0,0070
56	0,5	5	42	20	2,0100	122	0,78	5	40	25	0,0050
57	0,5	1	45	16	1,5500	123	0,78	15	50	25	0,0050
58	0,78	1	42	20	1,5500	124	0,7	7	40	20	0,0050
59	0,7	1	45	16	1,2300	125	0,7	5	40	25	0,0043
60	0,78	1	45	16	1,1800	126	0,5	5	40	25	0,0031
61	0,89	1	42	20	1,1300	127	0,78	1	40	25	0,0023
62	0,89	1	45	16	1,1000	128	0,7	1	40	25	0,0021
63	0,5	1	42	20	1,0110	129	0,5	1	40	25	0,0010
64	0,7	1	42	20	1,0100	130	0,5	7	45	22	0,0001
65	0,89	20	40	25	0,1190	131	0,5	15	40	20	0,0001
66	0,89	30	40	25	0,1125	-	-	-	-	-	-

24-кестеде келтірілген зерттеулер мәндері кері шегіністі талдау әдістерімен есептелді [114-116].

Бұл сатыдағы зерттеулердің мақсаты 25-ші кестенің зерттелетін мәндерін теңбе – тең сипаттайтын математикалық үлгінің бі маңызды коэффициенттерін анықтау болып табылады. Алынған теңбе – тең математикалық үлгілеудің негізінде тәртіпті параметрлер аумағын анықтаймыз, ондағы тазарту дәрежесінің мәндері жоғары.

Математикалық үлгілеу ретінде осыған сәйкес кері шегіністі теңдеулердің келесі түрлері қолданылған (\hat{Y} – шығысты есептік мәндері, b_i – анықтауды қажет ететін математикалық үлгілеу коэффициенттері):

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4 + b_5 \cdot X_5 + b_6 \cdot X_1^2 + b_7 \cdot X_2^2 + b_8 \cdot X_3^2 + b_9 \cdot X_4^2 \quad (1)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4 + b_5 \cdot X_5 + b_6 \cdot X_1^2 + b_7 \cdot X_2^2 + b_8 \cdot X_3^2 + b_9 \cdot X_4^2 + b_{10} \cdot X_1 \cdot X_2 + b_{11} \cdot X_1 \cdot X_3 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_4 + b_{13} \cdot X_2 \cdot X_3 + b_{14} \cdot X_2 \cdot X_4 + b_{15} \cdot X_3 \cdot X_4 \quad (2)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4 + b_5 \cdot X_5 + b_6 \cdot X_1^2 + b_7 \cdot X_2^2 + b_8 \cdot X_3^2 + b_9 \cdot X_4^2 + b_{10} \cdot X_1^3 + b_{11} \cdot X_2^3 + b_{12} \cdot X_3^3 + b_{13} \cdot X_4^3 + b_{14} \cdot X_1^2 \cdot X_2 + b_{15} \cdot X_1^2 \cdot X_3 + b_{16} \cdot X_1^2 \cdot X_4 + b_{17} \cdot X_1 \cdot X_2^2 + b_{18} \cdot X_1 \cdot X_3^2 + b_{19} \cdot X_1 \cdot X_4^2 + b_{20} \cdot X_2 \cdot X_3^2 + b_{21} \cdot X_2 \cdot X_4^2 + b_{22} \cdot X_3 \cdot X_4^2 \quad (3)$$

$$\hat{Y} = b_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 + b_4 \cdot X_4 + b_5 \cdot X_5 \quad (4)$$

Осыған сәйкес b_i коэффициенттерінің мәндерін қойғаннан кейін (3-кестені қараңыз) (1) теңдеу келесідей түрге ие болады:

Аппроксимациясының (үйлесімді) ең жақсы дәлдігі 1 теңдеуді қолдану барысында алынды, ол X кірісінің өзгеру сипатын жақсы қамтып көрсетті. (\hat{Y} – шығыстың есептік мәні, b_i – математикалық моделдеудің коэффициенті):

$$\hat{Y} = 633.97 - 2.31 \cdot X_2 + 0.4 \cdot X_2 - 29.311 \cdot X_3 + 3.918 \cdot X_4 + 5.439 \cdot X_1^2 - 0.0072 \cdot X_2^2 + 0.3254 \cdot X_3^2 - 0.14 \cdot X_4^2 \quad (5)$$

Алынған математикалық үлгілеудің теңбе – теңдігі сызықты емес үлгілердің дәлдігін бағалау үшін қолданылған R – квадрат (детерминация коэффициенті) жуықтау критериясы бойынша тексерілген. R – квадрат критерийі (белгісі) тек нөлден бірге дейінгі мәндерді ғана қабылдауы мүмкін және ол бірге жақын болған сайын параметрлік үлгі бастапқы мәндерге жақындайды.

Анықтау үшін ең алдымен SSE белгісін қате (квадратының) жалпы санын келесі формула бойынша есептелінеді:

$$SSE = \sum_{k=1}^n w_k \cdot (y_k - \hat{y}_k)^2$$

Мұндағы w_k – салмақ (бізде олар берілмеген және бірге тең деп саналады);

Y_k – әрбір тәжірибе үшін берілген зерттеу (бастапқы) мәндер;

Y_k – (1) формула бойынша алынған әр тәжірибе үшін берілген есептік мәндер; n – зерттеу мәндерінің ($n = 132$) саны.

R – квадрат белгісі (төменде R ретінде белгіленген) SSR салыстырмалы кері шегінің квадраттар жалпы саны (SST) толық қосындысының қатынасы бойынша анықталады, осы қатарда:

$$SSR = \sum_{k=1}^n w_k \cdot (\hat{y}_k - y_k)^2$$

$$SST = \sum_{k=1}^n w_k \cdot (y_k - \bar{y})^2$$

$$R = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

\hat{Y}_k – мәндерінің зерттелетін (алғашқы) сандарының орташа мәнді.

R – квадрат (текше) белгісінің бірлікке алынған мәндерінің дәлдігі зерттеудің сипаттамасының жоғары дәлдігін көрсетеді, мысалы (1) түріндегі теңдеу. Негізінде тәжірибе үшін R – квадрат белгісінің 0,9 жоғарғы мәні тиімді болып табылады.

(1) түрдегі математикалық үлгі үшін R – квадрат белгісінің алынған мәндері есептеулерде қолданылған зерттелетін нүктелердің санынан байланысты 0,80 – нен 0,95 – ке дейін құрады. Барлық 132 зерттелетін нүктелерді қолдану барысында сипаттау дәлдігі төмен болған, өйткені кірістердің мұндай үлкен мәндегі өзгерулері үшін шығыстың кірістен тәуелділік сипаты күрделі болып келеді. Сонымен қатар бізді \hat{Y} мәнінің едәуір жоғарғы мәніндегі мөлшері қызықтырды. Бірінші 70 тәжірибенің нәтижесін өңдей отырып R – квадрат мәні 0,93 – ке тең болғандағы 25 кестеде көрсетілген математикалық үлгінің коэффициенттерінің мәні алынған [117].

Кесте 25 – Кіріс айнымалыларының кең көлемді өзгерулері үшін математикалық үлгінің коэффициенттерінің анықталған мәндері

№	Математикалық модельдердің коэффициенттері
b1	633.9643
b2	-2.3122
b3	0.4000
b4	-29.3109
b5	3.9179
b6	5.4392
b7	-0.0072
b8	0.3254
b9	-0.1400

Көріп отырғандай қателіктер азғантай, бұл жағдайда \hat{Y} тазарту дәрежесінің үлкен мәндерінде математикалық есептеулер дәлділігі жоғары болып келеді.

6.3 Топырақты тазалау әсерін зертеудің тиімді көрсеткіш тәртіптері

Бұл бөлімде жоғарыда алынған математикалық есептеулер нәтижесі бойынша компьютерлік жасанды үлгілеу нәтижелері көрсетілген. Жүргізілген зерттеулер мен жасанды үлгілеу жоспар нәтижелері, өлшемсіз және тура масштабтағы математикалық үлгілеу коэффициенттерінің алынған мәндері, аппроксимация қателіктері, сонымен қатар R – квадрат тепе тең мәндері 31 кестеге енгізілді. Онда ластанған топырақты тазартудың максималды дәрежесін қамтамасыз ететін технологиялық процесстің анықталған үйлесімді параметрлері көрсетілген, ал 26 кестеде математикалық үлгінің коэффициенттерінің табылған мәндері көрсетілген [117].

Кесте 26– Жоспар және өткізілген зерттеулердің нәтижелері

№ тәжірибе	Өзгермелі кіріс			Шығуы		Қателері	
	X1	X2	X3	Үэксп.	Үрасч.	абсолютті	қатыстылығы %
1	18	41	17,8	7,550	7,3360	0,2140	2,8345
2	27	41	17,8	8,450	8,3620	0,0880	1,0412
3	18	44	17,8	7,850	7,6444	0,2056	2,6192
4	27	44	17,8	8,350	8,2704	0,0796	0,9530
5	18	41	23,2	4,010	4,0245	-0,0145	-0,3611
6	27	41	23,2	4,360	4,5005	-0,1405	-3,2225
7	18	44	23,2	2,210	2,2329	-0,0229	-1,0353
8	27	44	23,2	3,310	3,4589	-0,1489	-4,4986
9	15	42	20,5	6,050	6,2481	-0,1981	-3,2744
10	30	42	20,5	7,750	7,6456	0,1044	1,3465
11	22,5	40	20,5	5,120	5,1770	-0,0570	-1,1124
12	22,5	45	20,5	4,050	4,0868	-0,0368	-0,9084
13	22,5	42,5	16	8,550	8,8711	-0,3211	-3,7550
14	22,5	42,5	25	1,850	1,6227	0,2273	12,2869
15	22,5	42,5	20	4,110	4,1065	0,0035	0,0845
16	22,5	42,5	20	4,120	4,1065	0,0135	0,3270
17	22,5	42,5	20,5	4,100	4,1065	-0,0065	-0,1592
18	22,5	42,5	20,5	4,130	4,1065	0,0235	0,5683
19	22,5	42,5	20,5	4,090	4,1065	-0,0165	-0,4041
20	22,5	42,5	20,5	4,110	4,1065	0,0035	0,0845
Суммалық қатесі =						-1,2705E-07	3,4146
Қатенің орташа көрсеткіші =						-6,3523E-09	0,1707
R квадрат критеридің көрсеткіші =						0,9959	
Максималды көрсеткішімен табылған режим Y							
	X ₁ макс	X ₂ макс	X ₃ макс	Yмакс			
	30	45	16	12,89			

Кесте 27 – Табылған математикалық модельдеу коэффициентінің көрсеткіші

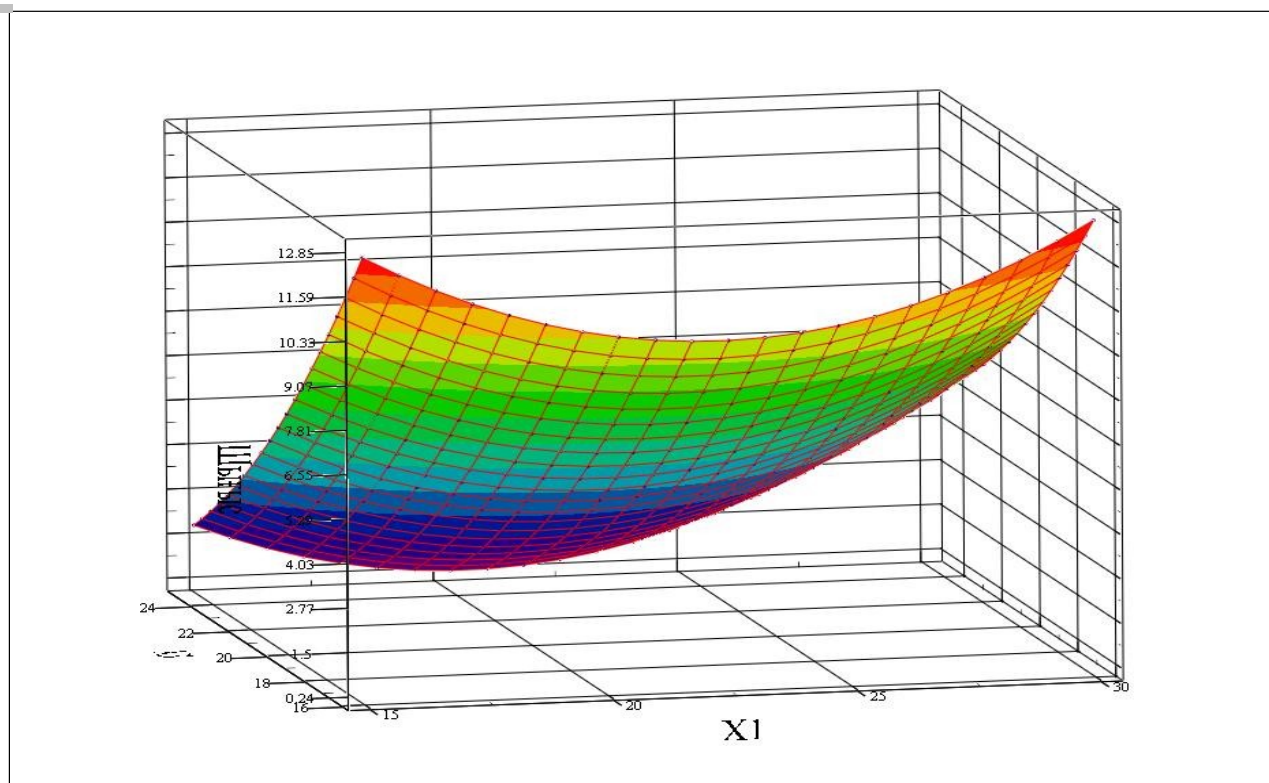
№	Натуралды масштабтағы математикалық модельдеу коэффициенті
b_1	-1,3606
b_2	4,4069
b_3	-1,9406
b_4	8,4174
b_5	0,0505
b_6	0,0841
b_7	0,0563
b_8	-0,1552
b_9	-0,3347
b_{10}	-0,2716
b_{11}	0,0079
№	Көлемсіз масштабтағы математикалық модельдеу коэффициенті
b_1	4,1064
b_2	0,4180
b_3	-0,3258
b_4	-2,1657
b_5	1,0098
b_6	0,1915
b_7	0,4089
b_8	0,0437
b_9	0,0063
b_{10}	-0,3813
b_{11}	0,1438

Осыған сәйкес (кесте 28) b_i коэффициенттерінің мәндерін қойғаннан кейін (1) теңдеу келесідей түрге ие болады:

$$\hat{Y} = 21.439 - 0.960 \cdot X_1 + 0.1636 \cdot X_2 + 0.9659 \cdot X_3 + 0.0504 \cdot X_1^2 + 0.0081 \cdot X_2^2 + 0.0181 \cdot X_3^2 - 0.0272 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.0636 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.0489 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0.0014 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

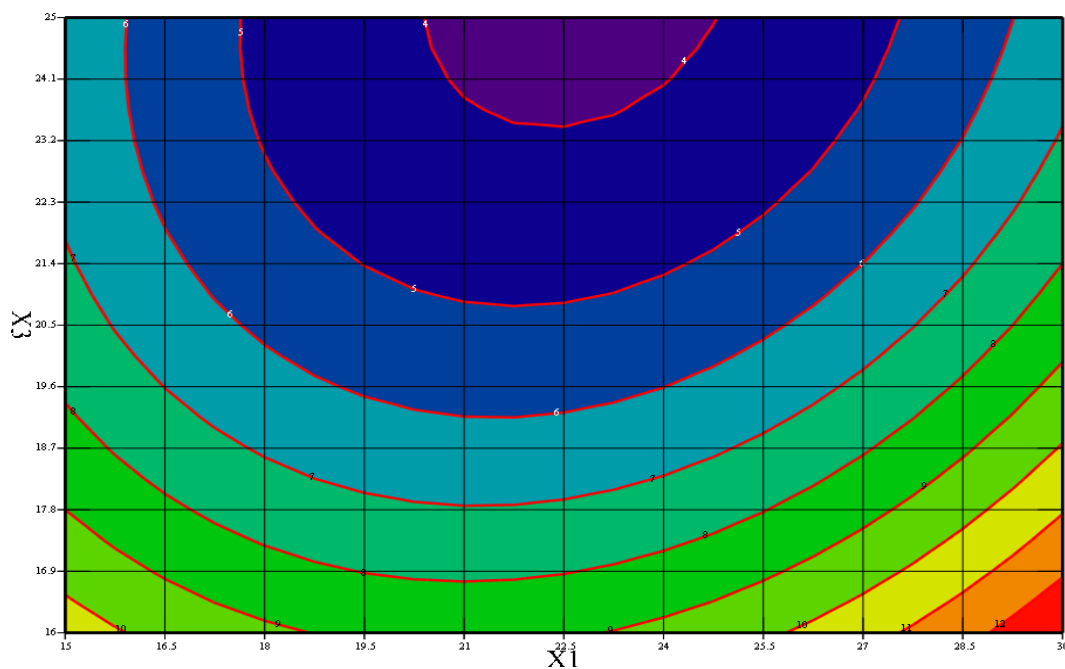
$$\hat{Y} = 21.439 - 0.960 \cdot X_1 + 0.1636 \cdot X_2 + 0.9659 \cdot X_3 + 0.0504 \cdot X_1^2 + 0.0081 \cdot X_2^2 + 0.0181 \cdot X_3^2 - 0.0272 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.0636 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.0489 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0.0014 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Осы формула бойынша тәжірибиенің нәтижелері және одан арғы есептер көрсетілген



Y3

Сурет 33– Y функциясының үшөлшемді графигі. Бекітілген мәндері $X_2 = 40$ кезінде (тазалау дәрежесінің максимальды мәні графиктің жоғарғы оң жақ бұрышында)



Y3

Сурет 34 – Y функциясының деңгей сызықтары. Бекітілген мәндері $X_2 = 40$ кезінде

Тазалау дәрежесінің максимальды мәні графиктің төменгі оң жақ бұрышында 33-34 суреттерде көрсетілген.

6.4 Математикалық үлгілер негізінде тазалау үрдісінің қолайлы тәртіптерін анықтау

Үйлесімді тәртіптік мәндерді табу үшін жасалынған зерттеулердің нәтижелерін математикалық өңдеудің осы үшінші сатысында 21А кестенің соңғы екі бөлігінде көрсетілген кірістердің өзгерген мәндеріндегі шектеулер барысындағы 2 теңдеуді пайдалана отырып Mathcad-14 жүйесінде жүргізілген квази-ньютон алгоритмінің негізінде тізбексіз бағдарламалау әдісі қолданылды, ауыр металмен ластанған топырақты тазалаудың қолайлы тәртіп көрсеткіштері 28 кестеде келтірілген [117].

Кесте 28 – Тазалаудың қолайлы тәртіп көрсеткіштері

$X_{1\text{макс}}$	$X_{2\text{макс}}$	$X_{3\text{макс}}$	Y
Уақыт	Ылғалдылық	Температура	Топырақты тазалау дәрежесі
30 күн	7%	16 ⁰ C	12,89

6.5 Техногенді жолмен топырақтың ластауының жылдық экологиялық-экономикалық есептемесі

Түркістан облысындағы қоршаған ортаны ластаушы заттардың бірі ауыр металл иондары болып саналады. Ауыр металл өндіріс аймақтарының ластануы Түркістан облысындағы химия өндірістерінің көптеген ірі мекемелердің 1934 жылдан бері қарай шоғырланып орналасуымен жұмыс істеуіне байланысты. Өндіріс орындарындағы үйінділерден бөлінетін түрлі улы заттар бойынша жылдық ластанудың экологиялық-экономикалық шығынын (кесте 29) мына формуламен есептейді:

$$U_i = (C_{\text{нақты}}^i - C_{\text{норм}}^i) \times V_{\text{нақты}} \times C_{\text{төг}} \times 10 \times K_1 \times K_2$$

$$U_i = 0,1195 \times 341164 \times 10 \times 2 \times 1,5 = 1223344,68$$

Мұндағы:

U_i – i -ингредиентпен су ресурстарын ластаудан келтірілген зиянды экономикалық бағалау/теңге/

$C_{\text{нақты}}^i$ – ағынды сулардағы i -ластаушы заттың нақты концентрациясы, мг/л;

$C_{\text{норм}}^i$ – i -ластаушы зат төгіндісінің нормативі, мг/л;

$V_{\text{нақты}}$ – соңғы тексерістен кейінгі уақыт ретінде қабылданатын, бірақ 90 күннен аспайтын кезеңдегі су беру көлемі, млн.куб.м;

$C_{\text{төг}}$ – ағымдағы жылға жергілікті өкілетті органдар бекіткен ластаушы заттар төгіндісінің 1 шартты тоннасы үшін төлем ставкасы, теңге/шартты тонна;

10-арттыру коэффициенті;

K_1 -экологиялық қауіп коэффициенті, 1-қосымша;
 K_2 -экологиялық тәуекел коэффициенті, 2-қосымша.

Кесте 29 – Экономикалық көрсеткіштер

№	Көрсеткіштер	Келтірілген зиянның суммасы, U_i	Экономикалық әсері, A_1
1	Дұрыс мәліметтер (бақылау, 0,3мг/л)	1 223 344,68	328 764,68
2	Байырғы төгілім 0,8%	1 468 013,61	573 433,61
3	«Южполиметалл» АҚ –ның айналасындағы үйінділердің зонасында бөліп құюдағы апаттар 2,12%	2 079 685,95	898 815,95
4	Цистерналардағы апаттар 4,21%	9 297 419,55	7 554 549,55
5	Ауыр металл иондарының төгілістері 9,32%	14 680 136,13	12 937 266,13
6	Ауыр металмен ластанған ауданы 12,57%	16 588 553,82	14 845 683,82

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 27 маусымдағы №535 Қаулысы

i - ингредиент бойынша су ресурстарында белгіленген нормативтерден асыра ластанудан келтірілген зиянды экономикалық бағалау төмендегі формула бойынша анықталады:

Қазіргі таңда «Южполиметалл» АҚ ның өндіріс орны айып пұл ретінде 30 кестеде келтірілгендей 1 223 344,68 теңге төлеуде, ал биорекультивациялау технологиясына шығатын шығын 328 764,68 теңгені құрап тұр бұл экологиялы экономикалық тұрғыдан тиімді [118].

$$A_1 = U_i - (B + \Phi + M)$$

Микробиорекультивациялау (М) технологиясында шыққан шығын 562000±148 теңге.

Фиторекультивациялау (Ф) технологиясына шыққан шығын 286 290,0 теңге.

Вермирекультивациялау (В) технологиясында шыққан шығын 894580,0 теңге.

ҚОРЫТЫНДЫ

Еліміздің экономикалық тұрғыда қарқынды дамуындағы негізгі факторларының бірі ауыр металдардың өндірістік саласы болып табылады. Бүгінгі таңда ауыр металдар өндірістік кәсіпорындарындағы технологиялық үрдістер толығымен әлемдік стандарттарға сәйкес регламенттелгенімен, белгілі бір сатыларда қоршаған ортаға ластаушы заттардың таралу фактілері ұдайы орын алып отыр.

Топырақ қабатының бетін қопсыту жолымен жауын құрттары, ондағы су және ауа айналымының тиімді тәртібін орнатады. Нәтижесінде, микрофлораның ризосфералық және көмірсутектік қосылыстарының құрылымдаушы тіршілігінің белсенділігіне айтарлықтай дәрежеде әсер етеді. Люмбрикофаунаның биорекультивациялық әрекеті ауыр металдармен ластанған топырақ қабаттарын толығымен қалпына келтіру кезеңіндегі рөлі аса маңызды.

Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде топырақ құрамындағы ауыр металл иондарының шоғырлық үлестері мен биоценоздық құрамын анықтауда заманауи физика-химиялық талдау әдістері қолданылды. Люмбрикофаунаның реакциялық қабілеттерін анықтау барысында ауыр металдар мен олардың модельдік қосылыстары пайдаланылды. Аталған қосылыстарға жергілікті биоценоздың құрамдық тұрғысында жауын құрттарының төзімділігі зерттелді. Ауырметалл иондарымен ластанбаған эталонды топырақ сынамаларындағы биоценозын зерттеу жұмыстарының нәтижелерін салыстыру барысында қолданылып, сарапталды.

Түркістан облысы аймағының типтік топырақ түрлерінде анықталған жауын құрттарының жалпы қондылығы мен морфологиялық сипаттамалы ерекшеліктері бірдей емес екендігі анықталды. Таралуы, ұшырасуы, визуалды бақылаудағы түстік ерекшеліктері, ұзындықтары және массалары бойынша алуан түрлі.

Морфиметриялық көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтары таулы бөктерлерде қоңыр, таулы сұр, таулы қоңыр, қарапайым сұр, ашық сұр, шалғындық сұр, құба сұр және де тақырлы топырақ қабатындағы жауын құрттарына сипаттамалы ұшырасуы 119-2 дана болса, ұзындықтары бойынша 13,3-0,6 см аралығында, массалық ерекшеліктері 0,38-0,01 г дейінгі аралығықтарда.

Түрлі типтегі топырақ ортасынан алынған жауын құрттарының қауымдастығы морфиметриялық сипаттамаларына сәйкес ерекшелене түсетін ересек дернәсілдер топтастығынан құралған. Топтастық ерекшеліктері мен популяциялануы түрлі топырақ типтерінде бір келкі емес. Өзге топырақтармен салыстырғанда таулы сұр қоңыр және таулы қоңыр топырақ типтеріндегі топтастық ерекшеліктері айтарлықтай дәрежеде жоғары. Анықталған топтастықтардағы аталған дернәсілдер морфиметриялық көрсеткіштері тұрғысында бірдей шамада.

Жыл мезгілдеріне сәйкес топырақ қабатындағы ылғалдылыққа және топырақтың жоғарғы бөлігіндегі температуралық көрсеткіштерге тәуелді Түркістан облысы аймағындағы негізгі топырақ типтерінде жауын құрттары 10-50 см тереңдіктерде орын ауыстырып миграцияланады. Жаз мезгілінде жауын құрттарының басым 70% бөлігі 50 см дейінгі тереңдікте тіршілік етеді және олардың морфологиялық, морфометриялық көрсеткіштері топырақ түріне тікелей тәуелді болады. Облыстың типтік топырақ түрлерінде кездесетін жауын құрттары анатомиялық және морфологиялық ерекшеліктері бойынша талдаулар жасалды. Сараптамалық талдаулар нәтижесінде өзара негізгі белгілері бойынша сипаттамалық ерекшеліктерге ие жауын құрттарының 4 түрі анықталды. Сондай-ақ, олардың сандық ара қатынастары да берілген. Сонымен қатар, жауын құрттарының түрі топырақ типтерінде және климаттық ерекшеленетін аймақтарында таралу заңдылықтары келтірілген.

Диссертациялық ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша төмендегідей қорытындылар жасалды:

1. Түркістан облысы типтік топырақ түрлерінен анықталған лимбрикофауна тұқымдастықты жауын құрттары қауымдастығының *Ar.c.trapesoides*, *Ar.c.caliginosa*, *Ar.rosea*, *E.foetida* төрт түрі кездесетіні анықталды.

2. Шымкент қаласы топырағының ауыр металл иондарымен ластану көрсеткіші анықталды. Бадам өзені бойынан алынған сынамаларға жүргізілген химиялық анализ бойынша қорғасынның ШМШ-дан 4,8 есе асатындығы, мыстың ШМШ-дан 20 есе асатындығы, цинктың ШМШ-дан 60,2 есе асатындығы, мышьяқтың ШМШ-дан 22 есе асатындығы анықталды. Сонымен қатар, Шымкент қаласы ауыр металл иондарымен ластанған аймақтарындағы жауын құрттарының тіршілік ету көрсеткіштері анықталды.

3. Вермикультураның ауыр металл иондарының түрлі концентрациясына төзімділігі анықталды. Вермикультура тіршілігі үшін ауыр металл иондарының 20-30 % шоғыры өте қауіпті екені анықталды. Pb-ның 30 % шоғырында вермикультуралар тіршілігін лезде жоятыны белгілі болды.

4. Вермикультураның ауыр металл иондарының шоғырларына тиесілі төзімділік реакциялары ауыр металл иондарымен ластанған экожүйелердегі топырақтарды биоиндикациялау әдісін түзуге негіз болды. Осыған орай, ауыр металл иондарының топырақтағы шоғырларын экспрессивті анықтауға ыңғайландырылған арнайы құрылғы құрастырылды. Бұл құрылғының көмегімен бір уақытта 5 түрлі топырақ сынамаларының құрамындағы ауыр метал иондарының концентрациясын анықтауға болады. Құрылғы өте жеңіл, тасымалдауға ыңғайлы және бірнеше рет қолдануға болады.

5. Жауын құрттарын ТҚ қайта өңдеуде пайдалану мүмкіндіктері зерттелді. Зерттеу нәтижелеріне қарап, вермикультура тіршілігі мен көбеюі үшін жапырақтар, картоп, банан өте қолайлы екені анықталды. Ал орамжапырақ, керісінше тиімсіз, кері әсерін тигізетіні анықталды. Жергілікті экологиялық факторларға бейім келетін вермикультураны қолдану арқылы, өсімдік қалдықтары мен ҚТҚ қайта өңдеу заманауи биотехнологиялық әдіс, ТҚ

үлкен көлемін кәдеге жаратып қана қоймай, сонымен қатар Қазақстанның деградацияға ұшыраған топырақ өнімділігінің азаюы мәселесін тиімді шешеді.

Осыған орай, ауыр металл иондарымен ластанған топырақтарын биоремедияциялау технологиясы түзілді. Ұсынылған топырақты тазалау тәсілінің міндеті, топырақты жауын құрттары көмегімен, қорғасын иондарын қауіпсіз қосылыстарға айналдыру арқылы тазалау болып табылады.

Бұл тәсілдің техникалық нәтижесі топырақтарды қорғасын иондарынан тазалау деңгейін арттыру.

Қорғасын негізінде топыраққа 635,0 мг/кг көлемінде қорғасын қосылды. Жапырақ қоқыстары жауын құрттарының тіршілігін белсендендіру үшін қосылды. Тәжірибеде жауын құртының *Aporrectodea caliginosus* және/немесе *Lumbricina* деп аталатын жергілікті түрі қолданылды.

Екі ай бойы жүргізілген тәжірибеде барлық зерттеу нұсқауларда жапырақ қоқыстары толығымен гумусқа өңделді, ал жауын құрттарының биомассасы 1,3-1,8 есе жоғарылады. Химиялық талдау нәтижелері бұл нұсқаларды қорғасын ионы құрамының $68,9 \pm 3,5$, $77,4 \pm 4,8$ және $85,3 \pm 5,6$ % азайғандығын көрсетті.

Биоремидациялық үрдістерде ауыр металл иондарымен және олардың қосылыстармен ластанған топырақ қабатын тазартуда вермикультураны қолданудың тиімді көрсеткіштері математикалық модельдеу заңдылықтарымен расталды. Тәжірибелік және модельдеу жолыменен анықталған тиімді көрсеткіштер ретінде келесілер орнатылды: қоршаған орта температурасы 16°C , жалпы ылғалдылық 7%, тәжірибені жүргізу ұзақтығы 30 тәулік.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. П.В. Масленников, В.П. Дедков, М.В. Куркина, А.С. Ващейкин, И.О. Журавлев, Н.В. Бавтрук. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. Вып. 7. С. 57-69.
2. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н., Мамитова А.Д., Бегимбетова А. Биотестирование состояния почвенного покрова городской среды применением дождевых червей // Вестник КазНУТУ №5 (141). 2020 – С.72-77
3. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Власов Д.В. Факторы накопления тяжелых металлов и металлоидов на геохимических барьерах в городских почвах // Почвоведение. 2015. №5. С. 536-553.
4. Методика выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв рентгенофлуоресцентным методом М049-П/10. СПб., 2010.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2041-06.
6. Ильин В.Б., Сысо А.И. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2012. 220 с.
7. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Манджиева С.С., Назаренко О.Г., Бурачевская М.В., Антоненко Е.М. Фракционно-групповой состав Mn, Cr, Ni и Cd в почвах техногенных ландшафтов (по мониторинговым наблюдениям) // Почвоведение. 2013. №4. -с. 414-425.
8. Головатый С.Е. Кадмий, цинк и свинец в почвах в зоне воздействия промышленных предприятий / С.Е. Головатый, С.В. Савченко, Е.А. Самусик // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2017. – № 4. –С. 70–80.
9. Головатый С.Е. Формирование педогеохимических аномалий в зонах воздействия промышленных предприятий / С.Е. Головатый, С.В. Савченко, Е.А. Самусик // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2018. –№ 3. – С. 94–103.
10. Досалиев К.С. Перспективы применения техногенных отходов / К.С. Досалиев, К.Т. Жантасов, В.Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 6–9.
11. Михальчук Н.В. Подвижные формы тяжелых металлов и микроэлементов в почвах карбонатного ряда юго-запада Беларуси / Н.В. Михальчук // Весці НАН Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2017. – № 3. – С. 90–97.
12. Мыслыва Т.Н. Тяжелые металлы в агроселитебных ландшафтах г. Горки / Т.Н. Мыслыва, О. Н. Левшук // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 211–216.

13. Позняк С.С. Загрязнение тяжелыми металлами дерново-подзолистой и торфяной почв сельскохозяйственных угодий в районе г. Жодино / С. С. Позняк // Экологический вестник. – 2010. – № 1. – С. 100–108.
14. Толкач Г.В. Содержание химических элементов в почвах на территории фермерских (крестьянских) хозяйств Брестского района / Г. В. Толкач, С. С. Позняк // Экологический вестник. – 2015. – № 3. – С. 79–88.
15. Химическое загрязнение почвенного покрова г. Бобруйск / А.А. Голденков, И.А. Залыгина, С.П. Марчук, В.И. Матвеева // Экологический вестник. – 2010. – № 2. – С. 31–39.
16. Босак В.Н. Влияние антропогенноносимых кислот на процессы выветривания гранита / В.Н. Босак, К. Штар // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 218–220.
17. Безопасность жизнедеятельности человека / В.Н. Босак, А.С. Алексеенко, Т.В. Сачивко и др. – 2 изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
18. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды / С.В. Белов. – Москва: Юрайт, 2011. – 680 с.
19. Мотузова Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова. – Москва: МГУ, 2013. – 304 с.
20. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368–375.
21. Шарифзянов Р. Б. Факториальная зависимость содержания тяжелых металлов в древесных насаждениях на урбанизированной территории // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Сер. Общая биология. 2011. № 2. -С.161-164.
22. Т.М. Минкина, С.С. Манджиева. и др. Аккумуляция тяжелых металлов разнотравной степной растительностью по данным многолетнего мониторинга. Аридные экосистемы, 2018, том 24, № 3 (76), с. 43-55.
23. Байботаева А.Д., Босак В.Н., Кенжалиева Г.Д. Патент ҚР №5451. Ауыр металдармен ластанған топырақты биоремидациялық тазарту құрылғысы. Жарияланым 16.10.2020.
24. М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті, «Сапа» зертханасы
25. R.K. Sinha, G. Bharambe and D. Ryan, “Converting Wasteland into Wonderland by Earthworms: A Low-Cost Nature’s Technology for Soil Remediation: A Case Study of Vermiremediation of РАН.
26. Патент RU 2 381 995 С1. Ефимченко С.И., Агеев А.В., Пыльнов А.С. Способ очистки грунтов и почв от нефти и нефтепродуктов и установка для его осуществления. Бюл. №5. Опубликовано: 20.02.2010.
27. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Корнейкова М.В. 2014. Содержание и токсичность тяжелых металлов в почвах зоны воздействия газовоздушных выбросов комбината «Печенганикель» // Почвоведение. № 5. С. 625-631.
28. Королева Ю.В., Пухлова И.А. Новые данные о биоконцентрировании тяжелых металлов на территории Балтийского региона // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. № 1. С. 99-106.

29. Позняк С.С. 2011. Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова // Вестник Томского государственного университета. № 1 (13). С. 120-136.

30. Новак А.И. Биотопическое распределение дождевых червей семейства lumbricidae в Алма – Атинской области. Вестник Ульяновской Государственной сельскохозяйственной академии. №4(32). 2015. –с.78-83.

31. Чагина, Е. С. Тяжёлые металлы в почвенном покрове города Абакана / Е. С. Чагина // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2014. – № 10. – С. 14–15.

32. Л.В. Куринская, С.И. Колесников, Н.В. Куринская. Биоаккумуляция свинца растительностью придорожных ландшафтов степной зоны. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, №1(4), 2011. – с.849-852.

33. Молчанова И.В., Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н., Журавлёв Ю.Н., Тимофеева Я.О., Бурдуковский М.Л. Техногенное загрязнение почвенно-растительного покрова юга Приморского края // Экология. 2013. Т. 44, № 5. С. 334–338.

34. Гнеденко, В. В. Современное состояние и тенденции изменения содержания тяжёлых металлов в почвах / В.В. Гнеденко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. –2011. – № 10. – С. 42–44.

35. Минкина Т.М., Федоров Ю.А., Невидомская Д.Г., Манджиева С.С., Козлова М.Н. 2016. Особенности содержания и подвижность тяжелых металлов в почвах // Аридные экосистемы. Т. 22. №1 (66). С. 86-98.

36. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н., Керімбекова З.М. Топырақтағы ауыр металдар және олардың қоршаған ортаға әсері. Materials of the XV ISPC Fundamental and applied science-2019. Sheffield, 2019. –р.21-26.

37. Құмарбекұлы С., Есжанова Ж.Т. Қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы. С.Аманжолов атындағы ШҚМУ,Өскемен.-2014

38. А.Ф.Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова Тяжелые металлы и растения, Петрозаводск. 2014-С.16

39. Васильева Ю.Б., Васильев Д.А., Мاستиленко А.Д. Подбор компонентов питательных сред для первичного выделения BORDETELLA BRONCHISEPTICA. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, №1(25), 2014. –с.85-93.

40. Д.В. Власов. Факторы накопления и рассеяния тяжелых металлов и металлоидов в листьях одуванчика в Москве. Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Том 25, №2. –с.230-241.

41. Л.Н. Пуртова, Я.О. Тимофеева, О.В. Полохин, А.Н. Емельянов. Экологическое состояние агрогенных почв при использовании фитомелиорации. Вестник ДВО РАН. 2015. №5. –с. 22-28.

42. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н. Распространение люмбрицид в почвах Юга Казахстана и перспективы их применения. Сборник

материалов XVI МНПК «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур». Горки БГСХА. –с. 17-19.

43. Пансю М., Готеру Ж. Анализ почвы. Справочник. Минералогические, органические и неорганические методы анализа. СПб.: Профессия, 2014. 800 с.

44. Ө.Сансызбай Атмосфералық ауаның ластануы және оны қорғау, 2017 (<https://massaget.kz/layfstayl/bilim/referattar/44786/>)

45. Терехова В.А., Пукальчик М.А., Яковлев А.С. «Триадный» подход к экологической оценке городских почв // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1145–1152.

46. Ващейкин А.С., Садовников П.В., Куркина М.В., Дедков В.П. О содержании тяжелых металлов в почвогрунтах урбанизированных экосистем Калининграда // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. № 1. С. 86-92.

47. Корчагина К.В. Оценка загрязнения городских почв тяжёлыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций: дис. ... канд. биол. наук. М., 2014. 145 с.

48. Меңдібаева Г.Ж. Қазақстанның оңтүстік-шығысында топырақ құнарлығын биологиялық жолмен жақсартуға бұршақ тұқымдас көпжылдық шөптердің әсері // Алматы, 2015 – С. 12-15.

49. А.Б. Байбатша Геология месторождений полезных ископаемых: Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.

50. Рамазанова Р. Х., Кекилбаева Г. Р., Кенжегулова С. О. и т.д. Оценка современного экологического состояния почвенного и растительного покрова в зонах интенсивных промышленных нагрузок на юге-востоке Казахстана / Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», Б 33-37.

51. З.Г.Сактаганова, М.О.Габдулмажитов Предпосылки создания и строительство Семипалатинского испытательного ядерного полигона / Вестник КарГУ, Караганда, - 2012

52. Соседенко, Т. Ю. Фосфогипс в качестве удобрения / Т. Ю. Соседенко, А. С. Пичугина, С. М. Васькин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 47 (337). — С. 433-435.

53. В.Д. Луганская, В.Н. Луганский. Химический анализ почв. Методические указания. Екатеринбург 2011. 29 с.

54. Г.Т. Нурмадиева , Б.А. Жетписбаев Влияние экосистемы на здоровье человека в промышленно развитых регионах Казахстана. Наука и Здравоохранение, 2018, 4 (Т.20)

55. А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, Т. А. Карапетян, Н. В. Доршакова Влияние свинца на живые организмы / Журнал общей биологии, 2020, Т. 81, № 2, стр. 147-160

56. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2013. 388 с.

57. Rucandio M.I., Petit-Dominguez M.D., Fidalgo-Hijano C., Garcia-Gimenez R. Biomonitoring of chemical elements in an urban environment using arboreal and bush plant species // *Environmental Science and Pollution Research*. 2011. Vol. 18. Iss. 1. P. 51-63.
58. Крайнов П.Е. Влияние соединений кадмия на организм человека // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5-2. – С. 102-103;
59. Терехова М.Н. Биоиндикация и ее характеристика / *Журнал №7*(Vol. 42), Москва, - 2018
60. Хаханина, Т. И. Х46 Химические основы экологии: учебник для СПО / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина, И.Н. Петухов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 233 с.
61. Водяницкий Ю. Н. Роль соединений железа в закреплении тяжелых металлов металлоидов в почвах // *Почвоведение*. 2010. № 5. С. 918–926.
62. Hu Y., Wang D., Wei L., Zhang X., Song B. Bioaccumulation of heavy metals in plant leaves from Yan'an city of the Loess Plateau, China // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2014. Vol. 110. P. 82-88.
63. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов / *Нижегородская гос. с.-х. акад.* – Н. Новгород: Изд-во НИУ РАНХиГС, 2014. – 300 с.
64. Исаева С.Э., Оказова З.П., Гаппоева В.С. Место биоиндикации в системе экологического мониторинга. *Успехи современной науки*. Том:1. №8, 2017. –с.130-133.
65. Е.В. Рассадина. Фитоиндикация состояния урбосистем. *Вестник УГСХА*. №2(12) сентябрь-ноябрь 2010. –с. 22-26.
66. Русанов А.М., Тесля А.В., Прихожай Н.И. и др. Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах г. Орска // *Вестн. ОГУ*. –2012. – № 4. – С. 226–230.
67. Решетников М. В., Соколов Е. С., Шешнев А. С., Мамедов Р. М. Концентрация подвижных форм тяжелых металлов в почвах поселка городского типа Степное (Саратовская область) // *Экологическая химия*. 2017. Т. 26, № 3. С. 141–145.
68. Охрана окружающей среды: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [Я.Д.Вишняков, П.В.Зозуля, А. В. Зозуля, С. П. Киселева]; под ред. Я.Д. Вишнякова. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 288 с.
69. Назарова, Т.В.; Джаналеева, К.М.; Барышников, Г.Я.; Дмитриев, П.С.; Инкарова, Ж.И. Антропогенная эвтрофикация и пути восстановления озерных систем северного Казахстана // *DSpace.ENU Выпуск 2020, №1(130)*
70. Ручин, А. Б. Применение метода вермикультивирования для биodeградации твердых отходов / А. Б. Ручин. - Текст: непосредственный // *Молодой ученый*. - 2013. №3 (50). -С. 168-171.
71. Романовский М.Г., Коровин В.В., Щекалев Р.В. Биodeградация гумуса // *Лесной журнал*.-2017. №4. С-201
72. Ж.К. Қабышева Топырақтану // *Қазақстан Республикасы жоғары оқу орындарының қауымдастығы, Алматы, -2013. –С. 416*

73. Рентгенді-фазалық талдау М.Әуезов атындағы ОҚУ-нің Аккредиттелген Физика-химиялық зерттеу әдістері зертханасында

74. Магашева Р.Ю., Султанова Б.М., Паницкий А.В. «Дегелең» сынақ алаңындағы топырақ – өсімдік жамылғысының сипаттамасы // СПС-ғы арнайы зерттеулер, Алматы, - 2018

75. Зұлпыхаров Қ.Б. Түркістан облысындағы Мақтаарал және Жетісай аудандары егістік жерлерінің жағдайы // «Фараби әлемі» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференция материалдары, Алматы, 6-8 сәуір, 2021

76. Темирбеков А.Т. Түркістан облысының жер ресурстары, олардың сандық және сапалық көрсеткіштері // Молодец ученый. – 2020. - №23(313). – С. 721-723

77. Тиркашева, М. Б. Структурно-гидрогеологический анализ формирования подземных вод в месторождениях Нурата-Туркестанского региона // Инновационные технологии в сельском хозяйстве : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2015 г.). — Москва : Буки-Веди, 2015. — С. 57-66.

78. Б.С. Оспанова, З.Д. Дуйсенбекова Мониторинг земель в Республике Казахстан (состояние и перспективы развития) // ГосНПЦзем, Астана. -104 с.

79. ГОСТ 5180-2015. ГРУНТЫ. Методы лабораторного определения физических характеристик.

80. Правила проведения агрохимического обследования почв Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27.02.2015г. №4-1/147. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 10.04.2015 г. № 10686

81. Аппараты рентгеновские для спектрального анализа спектроскан МАКС -G, -GF1E, -GF2E. Паспорт РА7.000.000 ПС. 2012г. 32 с.

82. Л.Н. Щапова, Л.Н. Пуртова, И.В. Киселева. Микрофлора, ферментативная активность и показатели гумусного состояния агроотемногумусовых подбелов в условиях фитомелиоративного опыта. Региональные проблемы. 2019. Т. 22, № 3. С. 38–44. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-3-38-44.

83. A.Baltensweiller, S.Zimmermann Modeling soil acidity in switzerland using spatial statistics tools. // Proceedings of the ESRI conference. July 12-16 2010.

84. М.М. Байгин, Е.М. Колосова Подходы для визуализации результатов ферментативного биотестирования // Экологический мониторинг. Методы и подходы. Материалы международной сателлитной конференции «Экологический мониторинг: методы и подходы» и XX Международного симпозиума «Сложные системы в экстремальных условиях», Красноярск, - 2021. – С 10-12

85. Юдина Е.В. Методологические подходы к оценке загрязнения тяжёлыми металлами почв урбоэкосистем. Самарский научный вестник. 2017. Т. 6, № 3 (20). –с. 56-63.

86. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н., Нестеренко Н.Г., Жанысбекова А.А. Оценка качества окружающей среды методом биоиндикации Materials of the V International Scientific – Practical Conference “Integration of the Scientific Community To the Global Challenges of Our Time”. Volume III, February 12-14, Tokyo.-2020

87. Байботаева А.Д., Исаева А.У., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н., Усенкулова Ш.Ж. Биоиндикационная роль люмбрицид при оценке почв Юга Казахстана. Вестник КазНУ. №2 (138) 2020. –б. 19-24.

88. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д. Тяжелые металлы в почвах урбанизированных территорий. Вестник БГСХА. №4, 2019. –с.126-130.

89. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н., Керімбекова З.М. Тяжелые металлы и влияние дождевых червей на почву. Materials of the XV ISPC Fundamental and applied science-2019. Sheffield, 2019. –р.29-33.

90. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н., Мамитова А.Д., Абдуова А.А. Дождевые черви как биоиндикаторы загрязнения почвы тяжелыми металлами. Вестник. Серия География. №2 (61) 2021. –с. 99-107.

91. Байботаева А.Д. Шымкент қаласының топырақты жерлерін техногенді ауыр металдармен ластануын жауын құрттар арқылы биоремедиациялау International Scientific Journal “Global Science and Innovations 2020: Central Asia” Nur-Sultan, June-July 2020, p. 32-35

92. Baibotayeva A.D., Kenzhalieva G.D., Bosak V.N. Influence of heavy metals (As, Pb, Cd) on the environment. Industrial Technology and Engineering. 2019, 2(31): 5-10 p.

93. Baibotayeva A.D., Kenzhalieva G.D., Zhantasov K.T., Zhantasova M.K., Kocherov Ye.N. Study of the effect of heavy metals on soil cover and methods of their bioremediation contrl. NEWS of the Academy of sciences oh the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and technical sciences. №1(445) 2021. –р. 52-58.

94. Baibotayeva A.D., Zhantasov K.T., Kenzhalieva G.D., Bosak V.N., Mamitova A.D. Influence of Heavy Metals on the Environment and Methods of Soil Bioremediation Control. International Journal of Engieneering research and technology. Volume 13, Number 6 (2020), pp. 1120-1125.

95. Processing international conference of industrial technologies and engineering dedicated to the anniversary of M.Auezov South Kazakhstan State University and 90 anniversari of academican Sultan Tashirbaevich Sulrimenov Holding within 4,0 Industrial Revolution //(ICITE 2018). Shymkent 2018y., №1, page. 190-196.

96. Кенжалиева Г.Д., Байботаева А.Д. Шымкент қаласы топырағының химиялық құрамы және онда кездесетін жауын құрттары Theoretical and applied aspects of the Application of modern science / Abstracts of V International Scientific and Practical Conference, Tokyo, Japan, 2022. - с 452-455

97. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., В.Н.Босак Применение метода биоиндикации для оценки содержания тяжелых металлов. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов, Выпуск 5 . Горки, 2020. –с.57-59

98. Кенжалиева Г.Д., Байботаева А.Д. Жауын құрттарының ауыр металл хлоридтерінің әсері Theoretical and applied aspects of the Application of modern science / Abstracts of V International Scientific and Practical Conference, Tokyo, Japan, 2022. - с 445-447

99. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., В.Н.Босак Распространение люмбрицид в почвах юга Казахстана и перспективы их применения // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур, Горки БГСХА. 2020 – С.17-19

100. Кенжалиева Г.Д., Байботаева А.Д. Виды микроорганизмов выделенные из чистой почвы Theoretical and applied aspects of the Application of modern science / Abstracts of V International Scientific and Practical Conference, Tokyo, Japan, 2022. - с 448-451

101. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., В.Н.Босак Разработка устройства для учета люмбрицид в почве // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства, Выпуск 6, Горки БГСХА. – С.6-8

102. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д. Влияние человека на окружающую среду // Международный научный журнал «Интернаука», №18 (40)/2017, 1 том. Украина. – С.46-48

103. Кенжалиева Г.Д., Байботаева А.Д., Кочеров Е.Н. Жауын құрттарының ауыр металдарға және топырақтың құрамына әсерлері // VIII International Scientific and Practical Conference «Scientific Bases of Modern Investigations» Helsinki, March 2022. - P. 221-224.

104. В.Н. Босак, А.С. Алексеенко, Т.В. Сачивко и др. // Безопасность жизнедеятельности человека – 2 изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

105. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды / С.В. Белов. – Москва: Юрайт, 2011. – 680 с.

106. Мотузова Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова. – Москва: МГУ, 2013. – 304 с.

107. Щербаков А.В., Щербакова В.Н. Влияние на здоровье человека загрязнения почв. Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. Том: 4. №4, 2016. –с.424-426.

108. Департамент экологического мониторинга РГП «КАЗГИДРОМЕТ» // Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2018 год. – Нур-Султан: Стандартиформ, 2018. – 331 с.

109. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н. Жауын құрттарының ауыр металдарға және топырақтың құрамына әсерлері // Scientific Bases of Modern Investigations Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Finland March 01 – 04, 2022, 221-224 б.

110. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н. Техногенді ластанған топырақты люмбрикафауналармен тазарту технологиясы // Scientific Bases of Modern Investigations Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Finland March 01 – 04, 2022, 216-220 б.

111. Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Кочеров Е.Н. Ауыр металмен ластанған топырақты жауын құрттармен тазартудың экономикалық тиімділігі // Scientific Bases of Modern Investigations Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Finland March 01 – 04, 2022, 225-227 б.

112. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017 – 2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы

113. Глотова М.И., Приходько О.В. Основы работы в среде MathCAD. Простейшие вычисления: методические рекомендации. Ч. 1 / М.И. Глотова, О.В. Приходько; Оренбургский гос. ун-т. -Оренбург: ОГУ, 2013. - 93 с.

114. Ананьев М.В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Учебно-методическое пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. - 76 с.: ил. - ISBN 978-5-7996-1468-3.

115. Анализ данных: учебник для академического бакалавриата / под ред. В.С. Мхитаряна. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 490 с. - Серия: Бакалавр. Академический курс.

116. Шорохова, И.С. Статистические методы анализа: И.С. Шорохова, Н.В. Кисляк, О.С. Мариев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. - 300 с.

117. Кенжалиева Г.Д., Байботаева А.Д., Кочеров Е.Н. Ауыр металмен ластанған топырақты жауын құрттармен тазартудың экономикалық тиімділігі // VIII International Scientific and Practical Conference «Scientific Bases of Modern Investigations» Helsinki, March 2022. - P. 225-227.

118. Госплан СССР // Временная типовая методика Определения экономической эффективности осуществления природных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, Москва, 1983 г.

КОСЫМША А

Оку процесіне енгізу актiсі



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Учреждения образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия»
Ю.Л. Тибец
2019 г.

АКТ

о внедрении результатов исследования в учебный процесс

Комиссия в составе заведующего кафедрой безопасности жизнедеятельности,
доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.Н. Босака,
ответственного за научную работу факультета МСХ,
кандидата технических наук, доцента А.Е. Кондралья,
доцента кафедры безопасности жизнедеятельности,
кандидата технических наук, доцента А.Н. Кудрявцева

настоящим подтверждает, что результаты исследований докторанта специальности 6D073100 «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»
А.Д. Байботаевой по теме «Разработка технологии биоиндикации и биоремедиации
почв г. Шымкент, загрязненных элементами тяжелых металлов (As, Pb, Cd)»
используются при проведении занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь).

Члены комиссии:

В.Н. Босак

А.Е. Кондраль

А.Н. Кудрявцев

ҚОСЫМША Б Өндіріске енгізу актісі

«СОГЛАСОВАНО»
Проректор по НР и И
ЮКУ имени М.Ауэзова



У.С. Сулейменов

«УТВЕРЖДАЮ»

РГУ «Управление санитарно -
эпидемиологического контроля
Абайского района г.Шымкент»



Адырбаева К.А

АКТ

внедрение результатов научно – исследовательских работ в производство

Мы, нижеподписавшиеся представители РГУ «Управление санитарно-эпидемиологического контроля Абайского р-на г.Шымкент» в лице начальника отдела санитарно-гигиенического надзора Ш.А.Айботаевой и ЮКУ имени М.Ауэзова в лице руководителя НИР Г.Д.Кенжалиевой, заведующего кафедрой «БЖ и ЗОС» Ш.К.Шапалова и докторанта «БЖ и ЗОС» А.Д. Байботаевой, настоящим актом подтверждаем, что результаты научно-исследовательской работы «Технология биоиндикации и биоремедиации почв города Шымкента, загрязненных элементами техногенных тяжелых металлов (As, Pb, Cd)» выполненной на кафедре «БЖ и ЗОС» внедрены в отраслевую организацию, в РГУ «Управление санитарно-эпидемиологического контроля Абайского р-на г.Шымкент».

Вид внедрения результатов Применение вермикультур при очищение почв от тяжелых металлов.

Область и форма внедрения. Промышленные и транспортные площадки г. Шымкента.

Эффект внедрения: Показатели очистки от загрязненного почвенного слоя с помощью люмбрикофауны.

Выводы и предложения: Разработан комплекс рекомендаций по мониторингу экологического состояния почв в районах промышленных городов и мероприятий по улучшению их качества.

От ЮКУ имени М.Ауэзова

От РГУ «Управление санитарно -
эпидемиологического контроля
Абайского р-на г.Шымкент»

Директор ДАН

У.Б.Назарбек

к.т.н., доцент руководитель НИР

Г.Д.Кенжалиева

Заведующий кафедрой «БЖ и ЗОС»

Ш.К.Шапалов

Докторант кафедры «БЖ и ЗОС»

А.Д. Байботаева

Начальник отдела

санитарно-гигиенического

Ш.А.Айботаева

«СОГЛАСОВАНО»

Проректор по НР и И
ЮКУ имени М.Ауэзова



У.С.Сулейменов

«УТВЕРЖДАЮ»

РГУ «Управление санитарно -
эпидемиологического контроля
Абайского района г.Шымкент»



Аддырбаева К.А

АКТ

о проведенных экспериментальных исследований

Мы, нижеподписавшиеся представители РГУ «Управление санитарно-эпидемиологического контроля Абайского р-на г.Шымкент» в лице начальника отдела санитарно – гигиенического надзора Ш.А.Айботаевой и ЮКУ имени М.Ауэзова в лице руководителя Г.Д. Кенжалиевой, заведующего кафедрой «БЖ и ЗОС» Ш.К.Шапалова и докторанта «БЖ и ЗОС» А.Д.Байботаевой настоящим актом подтверждаем, что была проведена экологическая экспертиза на примере промышленные и транспортные площадки г. Шымкента.

Шымкент вошло в число городов с особенной значимости, что дает создать пул с точки зрения экономического и социального развития.

Тяжелые металлы относятся к одним из наиболее опасных загрязнителей биосферы. В настоящее время основное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами происходит вследствие активной антропогенной деятельности в различных отраслях экономики (промышленность, энергетика, транспорт, сельское хозяйство).

Загрязнение тяжелыми металлами почв урбанизированных территорий показало необходимость совершенствования методов их мониторинга и разработки комплексных мероприятий по очистке почвы от тяжелых металлов.

В результате проведенного отбора и анализа точечных проб с различных мест промышленного региона юга Республики Казахстан выявлено превышение содержания исследуемых компонентов тяжелых металлов норм ПДК (таблица 1).

Таблица 1. Исследования образцов почвы

Исслед. компоненты	Единица измерения	а	б	в	г	ПДК
		Точное количество	Точное количество	Точное количество	Точное количество	
Свинец	Мг/кг	154,68	461,9	199,39	1287,85	32,0
Мышьяк	Мг/кг	42,425	95,79	53,1705	276,585	2,0
Медь	Мг/кг	69,5675	62,96	65,768	344,125	23,0
Цинк	Мг/кг	233,075	871,49	193,61	7164,35	23,0
Никель	Мг/кг	33,564	47,26	37,0025	36,1455	4,0
Кобальт	Мг/кг	3,98815	9,15	4,01295	2,80161	
Ванадий	Мг/кг	70,9185	93,47	62,9965	63,007	150,0
Талий	Мг/кг %	0,561965	0,648	0,508075	0,37336	5,0
Марганец	Мг/кг	843,555	1083,6	764,385	1069,8	1500
Железо	Мг/кг %	3,3789	4,67	3,4740	4,14670	
Стронций	Мг/кг	333,445	249,98	284,82	273,285	8,0

а - почва, река Бадам, район платины

б - почва, мкр. Казыгурт, №66 школа

в - почва, река Бадам, мост над заводом

г - почва, свинцовый завод

По данным химического анализа установлено, что все ионы тяжелых металлов превышают ПДК от 2,5 до 20 раза, в том числе свинца от 4,8 до 40,2 раза.

Элементный и морфологический состав образцов точечных проб с различных мест расположения объектов исследования, проведенных на электронном растровом микроскопе JSM-6490LV, предназначенном для измерений линейных размеров микрорельефа твердых структур приведен на рисунках 1 и 2 с табличными данными

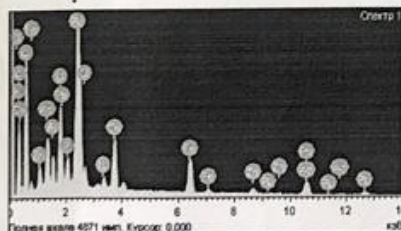


Рисунок - 1. Морфологический и химический составы точечных проб почвы свинцового завода.

Элемент	Cl	As	Al	Si	P	Fe	K	Ca	Zn	Pb
Весовой %	0,88	4,39	1,32	3,19	1,34	5,97	0,68	3,56	2,36	22,99

Рисунок – 2. Виды тяжелых металлов встречающиеся в почве свинцового завода

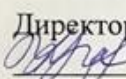
После проведение 30 дней опыта, выявленно совместимые параметры технологического процесса, обеспечивающие максимальную степень очистки загрязненного грунта, а в таблице 2 приведены найденные значения коэффициентов математической модели.

Таблица 2 – Оптимальный режим очистки


$X_{1\text{макс}}$	$X_{2\text{макс}}$	$X_{3\text{макс}}$	Y
Время	Влажность	Температура	Степень очистки почвы
30 дней	7%	16 ⁰ С	12,89 %

От ЮКУ имени М.Ауэзова

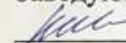
Директор ДАН

 У.Б.Назарбек


к.т.н., доцент руководитель НИР

 Г.Д.Кенжалиева

Заведующий кафедрой «БЖ и ЗОС»

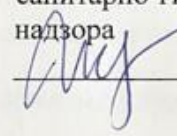
 Ш.К.Шапалов

Докторант кафедры «БЖ и ЗОС»

 А.Д.Байботаева

От РГУ «Управление санитарно -
эпидемиологического контроля
Абайского р-на г.Шымкент»

Начальник отдела
санитарно-гигиенического
надзора

 Ш.А.Айботаева

ҚОСЫМША В Өндіріске енгізу актісі

«Бекітемін»
ЖШС «Нұр-Абдыл»
Директоры
Кенжегүл Нұржанқызы
«10» _____ 2020ж.



Ғылыми – зерттеу жұмысының нәтижесін енгізу АКТІСІ

Жауын құрттары ластанған топырақтардың қайта қалпына келуінде үлкен рөл атқарады. Сондықтан олардың көбеюіне, жақсы коректенуіне күшті ықпал жасалуы керек.

Биогумус өңдеу үшін биіктігі 20-30 см 9 ыдыс дайындалды. Ол ыдыстарға таза топырақ пен әр түрлі майда туралған өсімдік қалдықтары мен ҚТҚ (қатты тұрмыстық қалдық) салынды. Топырақ пен қалдықтар жақсылап араластырылды. Ыдыстарда температураның 20-28⁰, ылғалдылықтың 75-88⁰ және рН 6,2-6,8 қолайлы жағдай шарттары ұсталды. Бетін жауып, бір аптаға қалдырдық.

Осы тәсілмен жауын құрттарының тіршілік етуі 2-3 ай бойы қадағаланып отырды.

Вермикультураның тұрмыстық қалдық коректенуіндегі пайда болған өзгерістер

р/с	Жауын құрты салынған ыдыстың құрамы	Жауын құрты саны	Өзгерістер
1	Топырақ + алма	25	Жауын құрттар саны көбейген, салмағы үлкейген.
2	Топырақ + картоп	60-70	Жауын құрттар саны көбейіп, салмағы үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
3	Топырақ + көң, тезек	50-60	Жауын құрттар саны көбейіп, салмағы үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
4	Топырақ + карагай жапырағы	100	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
5	Топырақ + банан	80-90	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде кокондар пайда болған.
6	Топырақ + орамжапырақ	5	Жауын құрттары көлемінде өзгеріс байқалмайды, жауын құрттар саны азайған.
7	Топырақ + сәбіз	50-70	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде кокондар пайда болған.
8	Топырақ + емен жапырағы	90-100	Жауын құрттар саны көбейіп, көлемдері үлкейген. Топырақ бетінде өте көп кокондар пайда болған.
9	Топырақ + қағаз, газет	50-57	Жауын құрттар саны көбейген, салмағы үлкейген. Кокондар пайда болған.

Зерттеу нәтижелеріне қарап, жауын құрттары тіршілігі мен көбеюі үшін жапырақтар, картон, банан өте қолайлы екені анықталды. Ал орамжапырақ, керісінше тиімсіз, кері әсерін тигізетіні анықталды.

Айгүл Байботаева Диханбаевнаның «Шымкент қаласының топырақты жерлерін техногенді ауыр металды (As, Pb,Cd) элементтерімен ластануын биоиндикациялау және биоремедияциялау технологиясын жасақтау» тақырыбындағы зерттеу нәтижелері Түркістан облысы, Отырар ауданы «Нұр-Абыл-1» ЖШС-нің жергілікті экологиялық факторларға бейім келетін жауын құрттарын қолдану арқылы деградацияға ұшыраған топырақ өнімділігінің азаюы мәселесінде және техникалық – экономикалық негіздемесін» әзірлеу кезінде пайдаланылды.

«Нұр-Абыл-1» ЖШС директоры ЖНН Н. Кенжегүл

ҚОСЫМША Г

Беларусь мемлекеттік ауылшаруашылық академиясындағы ғылыми тағылымдама сертификаты

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

СЕРТИФИКАТ

настоящий сертификат выдан:

**Байботаевой
Айгуль Диханбаевне**

в том, что с 27 ноября по 26 декабря 2019 года она
прошла научную стажировку в учреждении образования
«Белорусская государственная орденов Октябрьской
Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия» по теме:
«Разработка технологии биондикации и
биоремедиации почв г. Шымкент, загрязненных
тяжелыми металлами (As, Pb, Cd)»

Ректор УО БГСХА



В. В. Великанов

Регистрационный № 30-27/1359

Горки 2019 г.

ҚОСЫМША Д

Горки қаласындағы халықаралық ғылыми-практикалық конференция қатысушы сертификаты



ҚОСЫМША Е
Халықаралық ғылыми конференция



ҚОСЫМША Ж
Халықаралық ғылыми конференция



ҚОСЫМША 3
Халықаралық ғылыми конференция



ҚОСЫМША И
Халықаралық ғылыми конференция

