
Ат-Башы (Қырғызстан, Ат-Башы ауданы) өзені бастауының ауданындағы рудалы аймақтардың табиғи экожүйелері сынабының экология-биогеохимиялық ерекшеліктері зерттелінді. Зерттеулер нәтижесінде, Ат-Башы өзенінің төменгі ағысының сынапы аймағындағы сынаптың биогенді көшуі экожүйе нысандарында баяу жүретіндігі және топырақ қабаттарының айтарлықтай өзгеріске ұшырамағаны анықталды. Бұл провинцияның зерттелген территориясын фондық аймақтарға жатқызуға болады.

The research focused ecological and biogeochemical characteristics of mercury cycle in natural ecosystems of mining zones in the region of the beginnings of At-Bashi river (At-Bashi district of Kyrgyzstan). The results of the research demonstrated insubstantial and slow biogenic migration of mercury in the ecosystems of lower strata of the At-Bashi mercury zones. The results of the research did not find any significant changes in the soil stratum. The territory under this study can be regarded as a zone with basic levels of mercury concentrations.

ӨОЖ 633.1581.1:575.1

А.Ж. БЕЙСЕНОВА *, С.Д. АТАБАЕВА **, Б.А. САРСЕНБАЕВ *

**ҚОРҒАСЫН МЕН КАДМИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ТОПЫРАҚТАН
ФИТОЭКСТРАКЦИЯЛАНУЫНА ЭДТА-НЫҢ ӘСЕРІ**

aizhan.beisenova@mail.ru

(Биология және биотехнология институты*, ҰБО, ҚР БҒМ.,
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті**, Алматы қ.)

Мақалада жатаған бидайық (A. repens L.) өсімдігіне қорғасын мен кадмийдің әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. ЭДТА сияқты кешентүзгіш қосылыстар ауыр металдардың өсімдіктерге сіңірілуін және жер үсті мүшелеріне транслокациялануын арттырды. Зерттеу нәтижелері ауыр металдармен ластанған топырақты фиторемедиациялау технологиясы үшін ғылыми негіз болып табылады.

Қазіргі кезде өндірістік дамыған елдерде ауыр металдармен ластанған топырақты ремедиациялау технологиясы үлкен сұранысқа ие. Арнайы таңдалып алынған жоғары сатыдағы гипераккумулятор өсімдіктерді өсіру арқылы ластанған топырақты ауыр металдардан фитоэкстракция әдісі арқылы тазартуға болады. Фитоэкстракцияның қарапайымдылығы мен экономикалық жағынан тиімділігі әдеттегі агротехникалық шараларды қолдану арқылы ластанған аудандарды Күн энергиясы есебінен тазартуға бағытталған.

Ластанған топырақтан ауыр металдарды фитоэкстракциялау технологиясы екі кезеңнен тұрады: дайындық кезеңі және фитоэкстракцияның өзі. Бірінші кезеңде топырақ үлгілерін алып, ауыр металдар мөлшерін анықтау арқылы ластанған ауданды анықтау және алынған нәтижелерді ШМК(шекті мүмкін концентрация) немесе басқа да тиісті критерийлер бойынша салыстыру /1,2/. Көбінесе топырақтағы ауыр металдардың қозғалыстағы

формалары мөлшеріне көбірек көңіл аудару керек, себебі ол өсімдіктерге оңай экстракцияланады /3,4,5/.

Ауыр металдармен ластанған ауданды анықтаумен қатар, топырақ климаттық жағдайларға және ластану типіне бейімделген тиімді гипераккумулятор өсімдіктерді іздестіру. Ластанған топырақты ауыр металдардан тазарту үшін қолданылатын өсімдіктер төмендегі талаптарға сай болуы керек:

- ауыр металдардың жоғары концентрациясына төзімді
- көп мөлшерде бірнеше металдарды сіңіріп, жер үсті мүшелерінде жинақтауға қабілетті
- өсу жылдамдығы мен биомассасы жоғары
- тамыр жүйесі ауқымды
- зиянкестер мен әртүрлі ауруларға төзімді
- қарапайым агротехникалық шараларды мақұлдайтын
- жер үсті бөлігін шауып, жинауға қолайлы
- улану қаупі туындамау үшін үй және жабайы жануарлардың мал азықтық шөбі болмауы /4,5,6,7,8/.

Тамырдан ауыр металдарды алу мүмкіндігі төмен болуына байланысты ауыр металдардың жер үсті бөлігі биомассасының жоғары болуы мен жер үсті бөлігінде көп мөлшерде ауыр металдардың жинақталуы тиіс /9/.

Содан кейін лабораториялық жағдайда өсімдіктің улану симптомдарын туындатпайтын және ауыр металдардың максималды қандай концентрациясын жер үсті бөлігінде жинақтай алатыны анықталады [Sinha, 1999]. Топырақтағы ауыр металдардың қозғалысы мен олардың тамырдан жер үсті бөлігіне транслокациялануын арттыратын фитоэкстракция эффекторларын іздестіру жүргізіледі. Бұл процесс индуцирленген немесе стимуляциялаушы фитоэкстракция деп аталады. Бұл әдісте ластанған топыраққа құрғақ жер үсті биомассасына есептегенде 1% мөлшерде жинақтайтын немесе 100 есе көп жер үсті бөлігінде ауыр металдарды жинақтай алатын жабайы өсімдіктер өсіріледі /1/. Индуцирленген фитоэкстракцияда өсімдіктердің өсу жылдамдығы, биомассасы мен ауыр металдардың жер үсті бөлігіне көп мөлшерде жинақталуын жоғарылатып, бір вегетациялық кезеңде бірнеше қайтара жер үсті бөлігін шауып алу мақсатында хелаттүзгіш агенттер қолданылады (этилендиаминтетрасірке, этиленбис (оксиэтилен- триамин)тетрасірке немесе сірке қышқылдары)

Dushenkov et al. /10/ бойынша фитоэкстракция тиімділігі ластанған ортадан жыл сайын алынатын ауыр металдардың өсімдіктің құрғақ салмағына есептегендегі концентрациясы және вегетациялық кезеңдегі өсімдіктің жалпы құрғақ массасымен анықталады. Топырақ ремедиациясын, әсіресе егіншаруашылық жерлерде тиісті ШМК-ға жеткенше жүргізеді /11/. Felix et al. [1999] пікірінше, топырақтағы ауыр металдардың фитоэкстракциясы 5 жыл, Robinson et al. [1998] бойынша < 10 жыл уақытты алады /9/.

Сипатталған фитоэкстракциялау жұмыстарының соңғы кезеңі жер үсті биомассасын жинақтап, утилизациялау болып табылады /12,13/.

Фитоэкстракция әдісінің кемшіліктері:

- топырақтың ауыр металдардан тазартылуы ризосфера аймағында ғана жүзеге асырылады
- әдетте гипераккумулятор өсімдіктердің жер үсті мен тамыр жүйесі биомассасы мардымсыз

Жұмыстың мақсаты: Лабораториялық жағдайда жатаған бидайықтың кадмий және қорғасын иондарын топырақтан тиімді фитоэкстракциялануына синтетикалық хелаттағыш қосылыс ЭДТА-ның әсерін анықтау.

ЗЕРТТЕУ ЗЕРЗАТЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеу зерзаты ретінде Алмалыбақтан жиналған жатаған бидайық (*Agropyron repens* L.) дәндері алынды. Ауыр металл ретінде қорғасынның азот қышқылды $Pb(NO_3)_2$ және кадмийдің күкірт қышқылды $CdSO_4$ тұздары, ал хелаттағыш қосылыс ретінде синтетикалық қосылыс ЭДТА-ның (этилендиаминтетраацетат) екі түрлі концентрациялары алынды. Зерттеуге алынған жатаған бидайық лабораториялық жағдайда 60 пайыздық ылғалдылықта топырақта өсірілді. Топырақ қоспасы құм мен топырақтың 1:1 қатынасында алынды. Бірнеше қайтара жуылған және сутегі асқын тотығында өңделген жатаған бидайық дәндері $14 \times 18 \times 7$ см өлшемді пластмасса ыдыстарға 3-6 қайталаумен отырғызылып, факторостатты жағдайда 14 сағаттық жарық пен күндізгі температура $24 \pm 2^\circ C$, ал түнгі температура $18 \pm 2^\circ C$ қалпында 21 тәулік бойы Pb -250 және 500 мг/кг; Cd -30 және 60 мг/кг концентрацияларында өсірілді. Жарық мөлшері 5000 люкс. Жеті тәуліктен соң топыраққа 0,32 және 0,64г/кг ЭДТА қосылды. 21 тәуліктік өсімдіктердің дәнінің өнгіштігі, сабақ және тамыр ұзындықтары, жеке мүшелерінің құрғақ биомассасы өлшенді. Құрғақ биомасса өсімдік мүшелерін алдын-ала дәлдікпен өлшенген бюкске салып, термостатта алдымен $60^\circ C$ -та 1 сағат кептірген соң, салмағы тұрақтанғанша $105^\circ C$ -та 3 сағаттай тағы кептіріліп, эксикаторда суытылып, аналитикалық таразыда өлшенді.

Өсімдік мүшелеріндегі ауыр металдардың мөлшерін анықтау үшін өсімдіктерді тамыр және сабаққа ажыратып 3 сағат бойы салмағы тұрақтанғанша $105^\circ C$ температурада құрғатылып, одан соң азот және күкірт қышқылдары қоспасында күлденіп, атомдық-абсорбциялық спектрофотометрде (AAS-1) анықталды. Тәжірибеден кейінгі топырақтағы ауыр металдардың жалпы және қозғалыстағы мөлшері де анықталды. Алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден Н.Л. Удольская (1978) әдісімен жүргізілді.

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

1. Кадмий және қорғасын иондары бар қоректік ортада ЭДТА-ның жатаған бидайықтың өсу параметрлеріне әсері

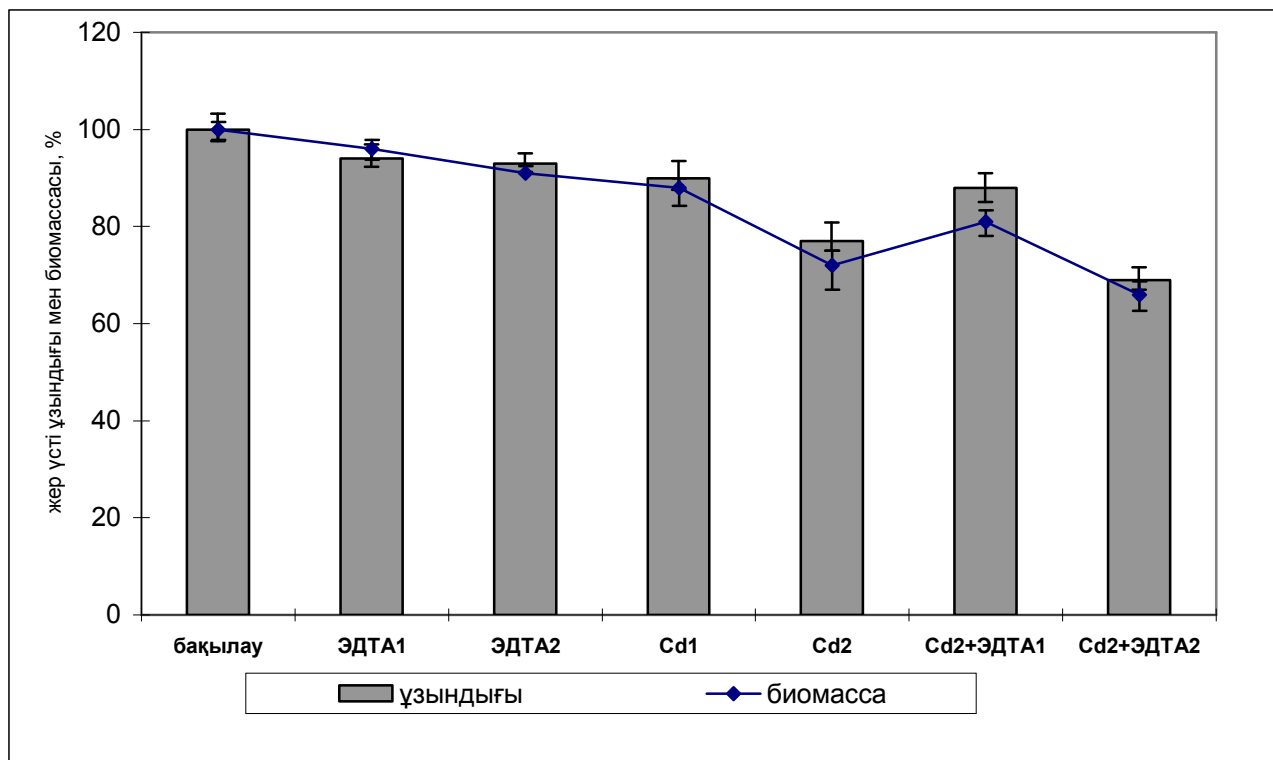
Кадмийдің топыраққа енгізілген 30 мг/кг (Cd_1) концентрациясында жер үсті мүшелерінің өсуі бақылау деңгейінде қалды, ал тамыр ұзындығы 16%-ға төмендесе, тамырдың биомасса жинақтауы 21%-ға тежелді (суреттер 1,2). Кадмийдің екі есе жоғары концентрациясы (Cd_2) жер үсті мүшесінің өсуін 23%-ға тежесе, ал тамырдың өсуін 27%-ға төмендетті. Ол тамыр биомассасын бақылаумен салыстырғанда 32%-ға кемітті.

Кадмий(Cd_2) мен ЭДТА-ның(ЭДТА1) бірлесе әсері кезінде жер үсті мүшелерінің өсуіне қарағанда тамырдың өсуі бақылаумен салыстырғанда 68%-ға кеміді.

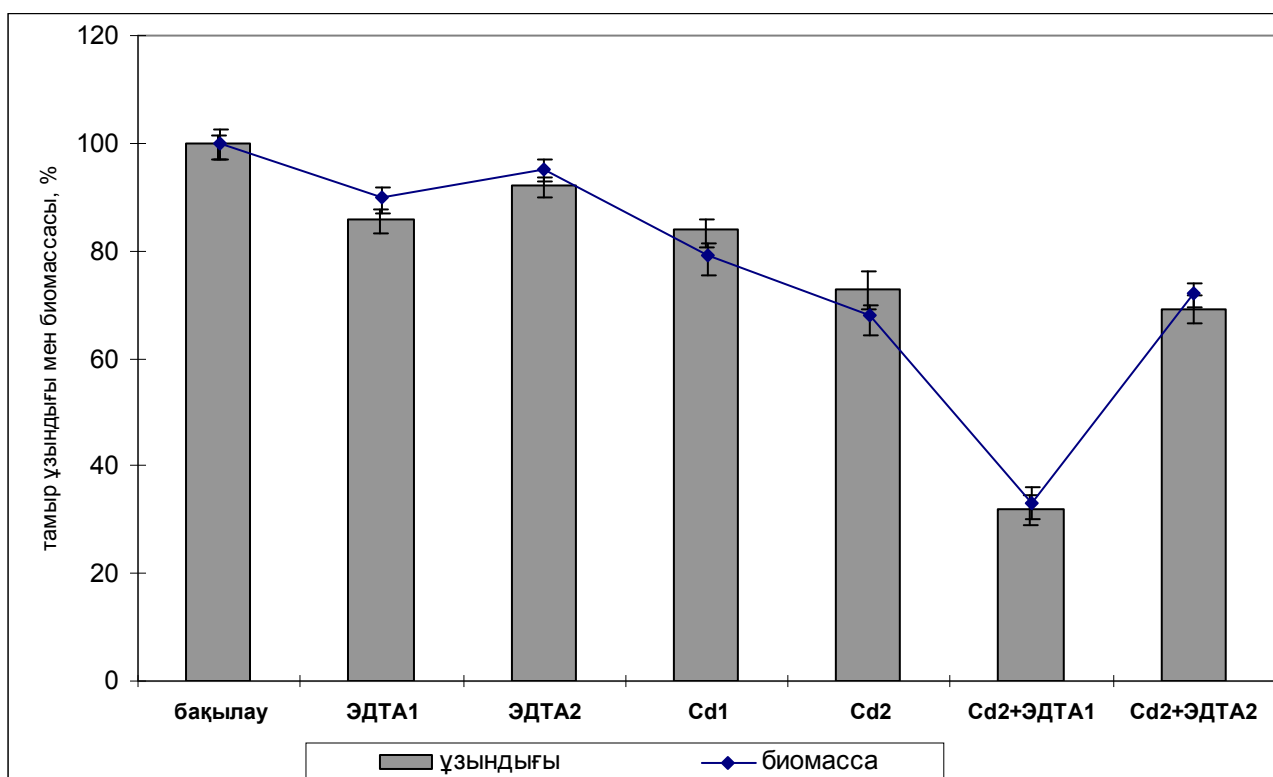
Кадмийі бар ортада(Cd_2) ЭДТА-ның концентрациясын екі есе арттырғанда жер үсті мүшелерінің ұзындығы 31%-ға, ал биомасса жинақтауы 34%-ға тежелді. Тамыр биомассасы 28%-ға төмендеді.

Сонымен, ЭДТА-ның 0,64 г/кг концентрациясы кадмиймен қолдан ластанған ортада өсу параметрлерін барынша төмендетті, бұдан өсу параметрлерінің тежелу себебі, ЭДТА-ның өсімдіктердің бойына ауыр металдардың транслокациялануын арттыру есебінен деуге болады.

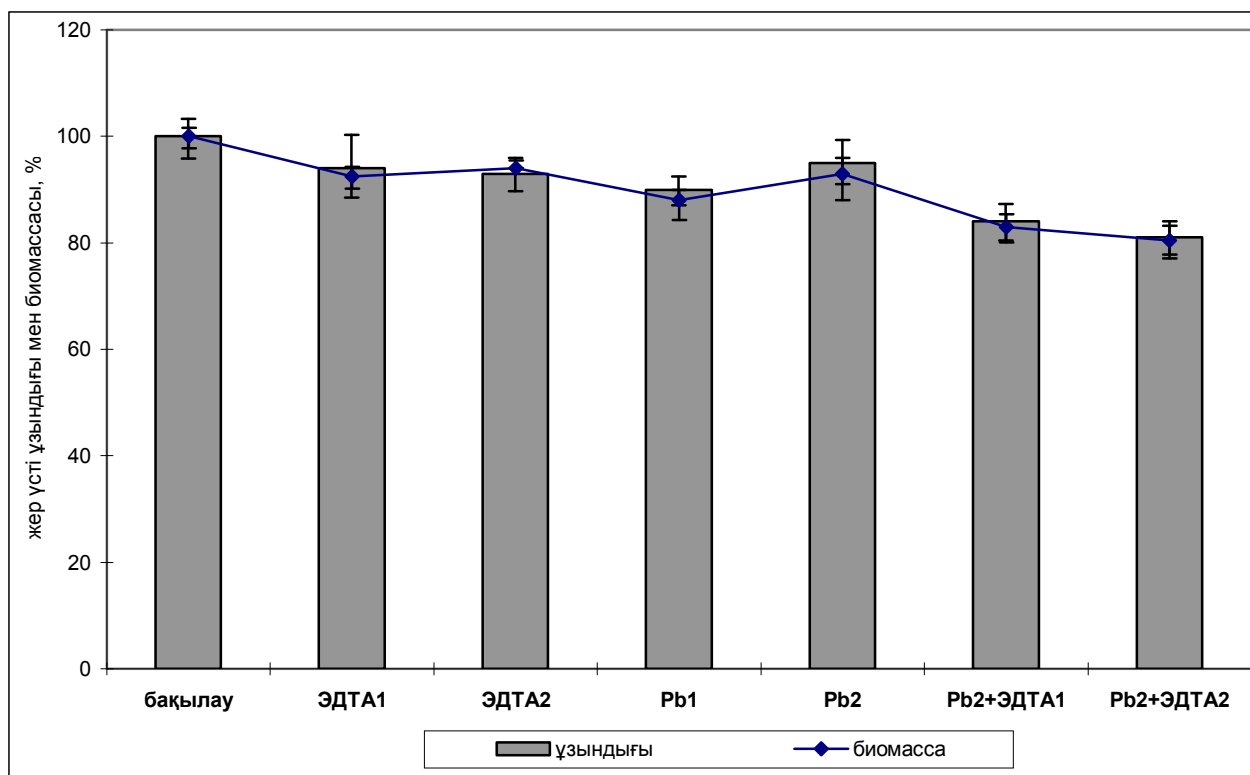
Қорғасынның 250 мг/кг(Pb_1) концентрациясында *Agropyron repens* L. өсімдігінің жер үсті ұзындығы мен тамыры бақылау вариантында қалды. Тамыр массасы бақылау вариантымен салыстырғанда 12%-ға кеміді (суреттер 3,4). Қорғасынның 500 мг/кг(Pb_2) концентрациясында өсімдіктің жер үсті мүшесінің ұзындығы мен биомассасына мардымсыз әсер етсе, ал тамырдың өсуін 22%-ға тежеді.



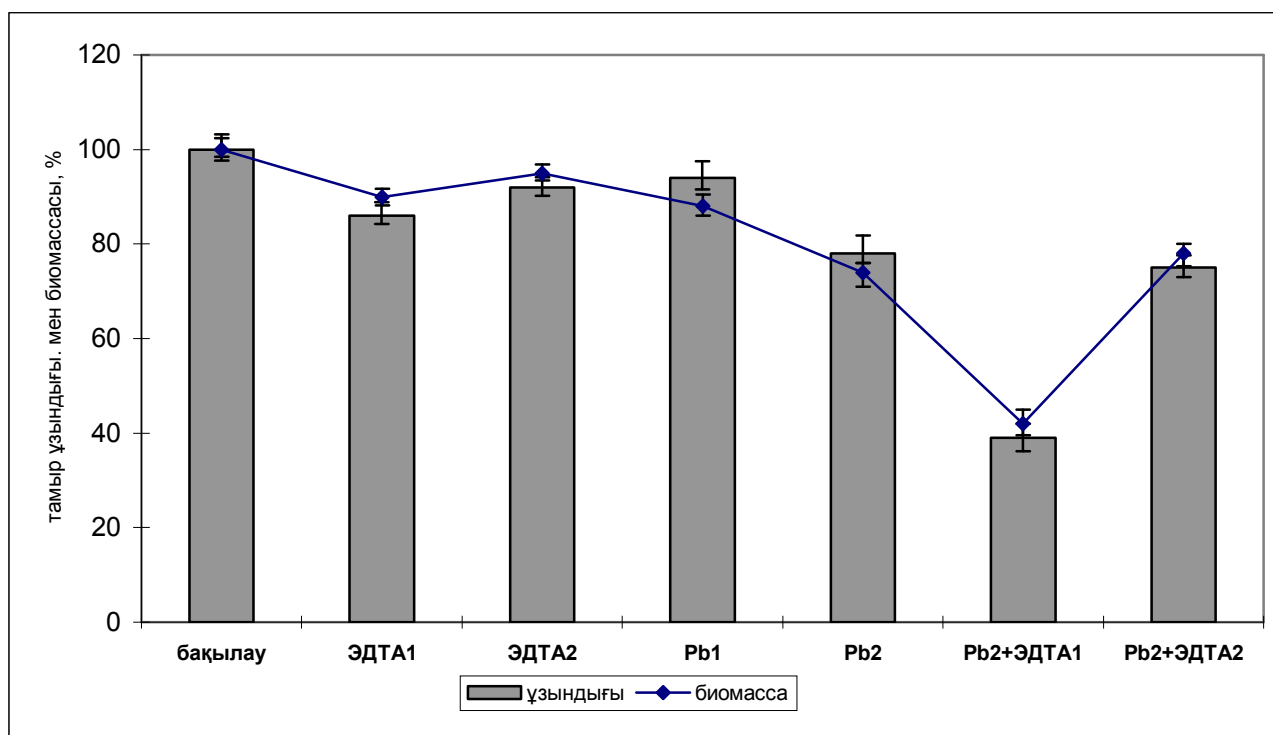
1-Сурет. Жатаған бидайық (*Agropyron repens L.*) өсімдігі жер үсті мүшесінің өсуі мен биомасса жинақтауына кадмий мен ЭДТА-ның әсері



2-Сурет. Жатаған бидайық (*Agropyron repens L.*) өсімдігі тамырының өсуі мен биомасса жинақтауына кадмий мен ЭДТА-ның әсері



3-Сурет. Жатаған бидайық (*Агрорурон repens L.*) өсімдігі жер үсті мүшесінің өсуі мен биомасса жинақтауына қорғасын мен ЭДТА-ның әсері



4-Сурет. Жатаған бидайық (*Агрорурон repens L.*) өсімдігі тамырының өсуі мен биомасса жинақтауына қорғасын мен ЭДТА-ның әсері

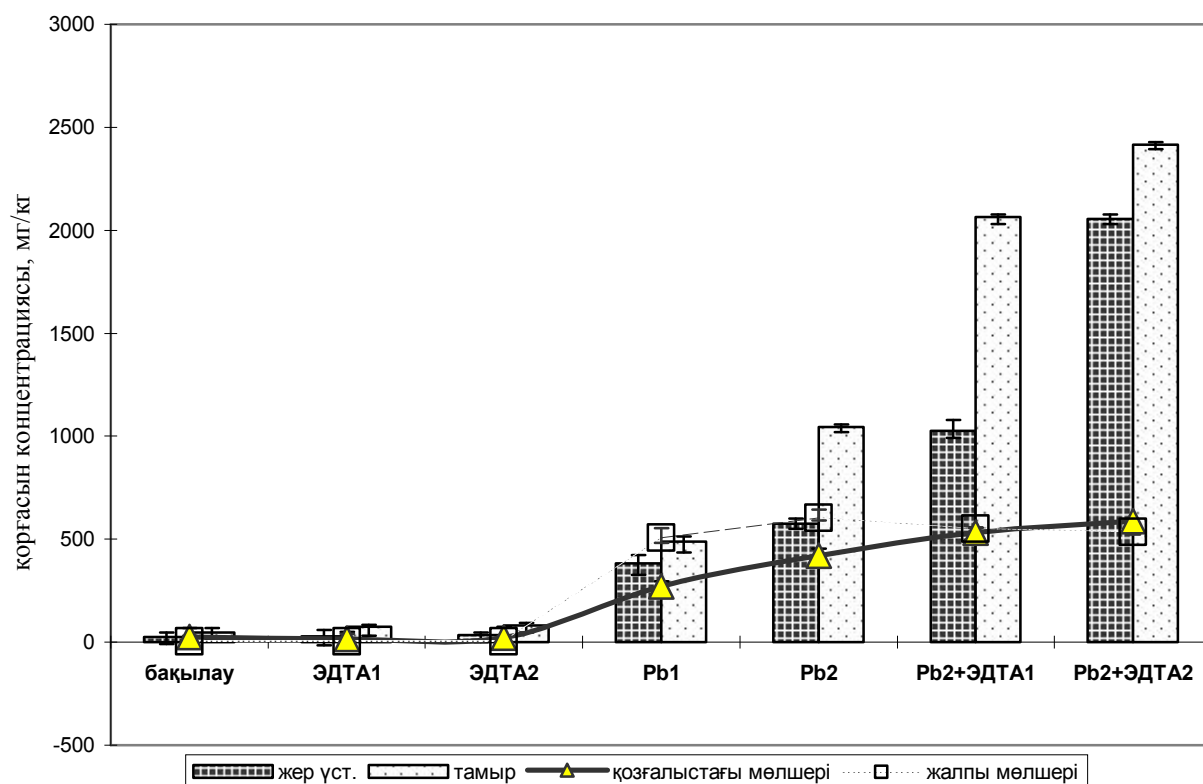
Осыған орай қорғасын мен ЭДТА-ның(Pb2+ЭДТА1) бірлескен әсерін зерттеу үшін қорғасынның тек жоғары концентрациясы алынды. Қорғасын (Pb2) *Agropyron repens* L. өсімдігінің жер үсті биомассасы мен өсуін тиісінше, 17 және 16%-ға төмендетті. ЭДТА-ның жоғары концентрациясы(ЭДТА2) тамырдың өсуін 25%-ға тежесе, жер үсті мүшесінің өсуін 19%-ға тежеді. Pb2+ЭДТА1 вариантында тамыр биомассасының жинақталуы 58%-ға кеміді.

Жеке ЭДТА-ның әсерін анықтай келе жер үсті ұзындығы мен биомассасы екі вариантта да (ЭДТА1, ЭДТА2) айтарлықтай өзгеріс танытпады.

Сонымен, ЭДТА-ның қорғасын жоқ варианттарында жатаған бидайық өсімдігінің биомасса жинақтауы мен өсуі бақылау деңгейінде қалды. Біз алған қорғасынның жоғары концентрациясында оның улы әсерінің жоғары болуын жатаған бидайық тамырының барынша тежелгендігінен көруге болады. Керісінше, қорғасын иондарының жер үсті мүшелерінің өсуіне оң әсер етті. Қорғасын микроэлемент болып табылмағанымен басқа зерттеушілердің де пікірі бойынша қорғасын өсімдіктердің өсуін стимуляциялаған(7), бірақ оның себебі әлі белгісіз.

2.Топырақ және өсімдік мүшелеріндегі қорғасын мен кадмий мөлшеріне ЭДТА-ның әсері

Қорғасынның(Pb2) топырақтағы жалпы мөлшерін анықтай келе, ЭДТА енгізілген варианттарда оның жалпы мөлшері ЭДТА1 және ЭДТА2-де, тиісінше Pb2-мен салыстырғанда 9 және 12%-ға төмендеді. Ал қорғасынның қозғалыстағы формалары осы варианттарда, тиісінше 26 және 39%-ға Pb2-мен вариантымен салыстырғанда жоғарылағаны анықталды(сурет 5). Бұдан ЭДТА-ның қорғасынды тамыр маңына жинақтап, қозғалғыштығын арттыратыны белгілі болды.



5-Сурет. Топырақтағы және *Agropyron repens* L. өсімдігі мүшелеріндегі қорғасын мөлшері

ЭДТА-ның қатысында қорғасынның жер үсті мүшелерінде ЭДТА1 және ЭДТА2-де, қорғасын енгізілген варианттармен (Pb2) салыстырғанда тиісінше 1,5 және 3,5 есе артатыны анықталды. Өсімдік тамырында қорғасын мөлшері ЭДТА бар варианттарда екі есе артатыны, ал ЭДТА2-де 2,5 есе артатыны байқалды.

Бұл мәліметтер бойынша өсімдік тамырының қорғасынды қарқынды сіңіруімен қоса тамырдан жер үсті мүшелеріне қорғасынның транслокациялануын арттыратынын дәлелдей түседі.

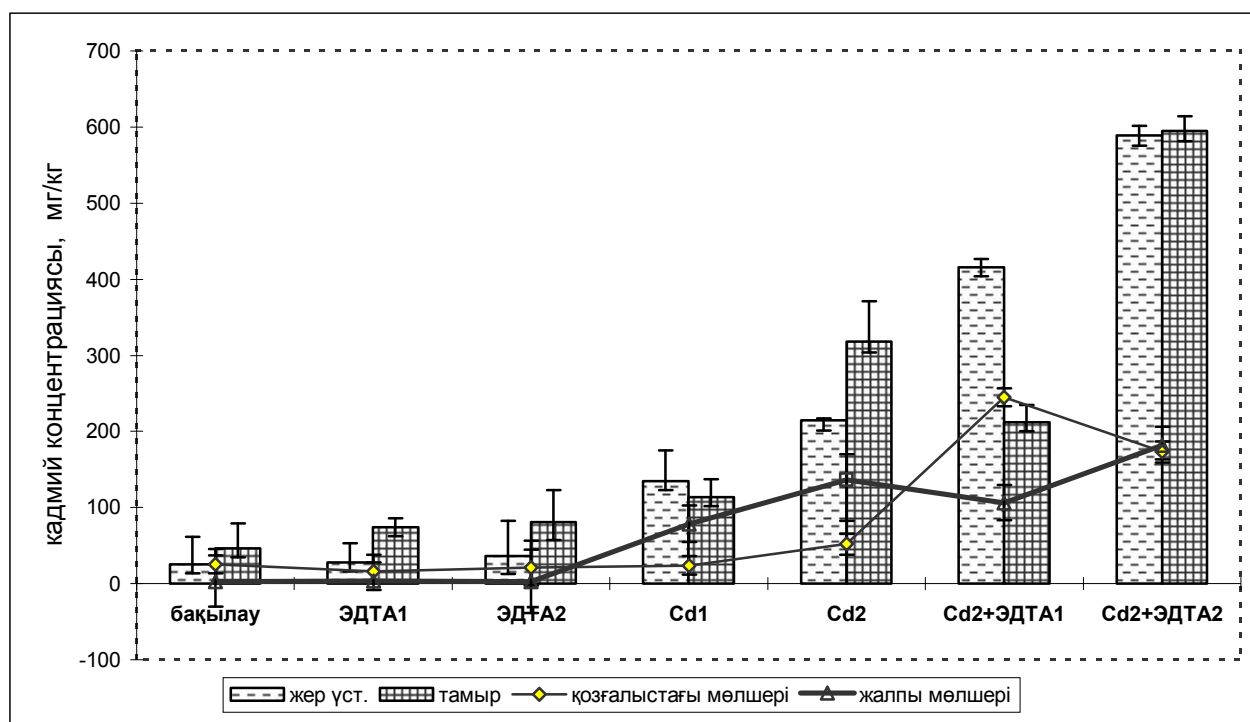
Қорғасын концентрациясының өсімдіктің жер үсті мүшелерінде ЭДТА-ның қатысында арту деңгейі жоғары болғанымен, жалпы металл концентрациясы тамырмен салыстырғанда төмен.

Өсімдік тамырындағы қорғасын мөлшері ЭДТА жоқ варианттарда Pb1-де 489 мг/кг, Pb2-де 1045, ал ЭДТА1-де 74 мг/кг, ЭДТА2-де 81 мг/кг құрайды Pb2+ЭДТА2. вариантында қорғасынның өсімдіктің жер үсті мүшелеріндегі мөлшері Pb2+ЭДТА1 варианттарына қарағанда 2 есе көп жинақтады. Бұл ЭДТА-ның тамырдан қорғасынның көп мөлшерде транслокациялануына әсер ететінін көрсетеді.

Сонымен, ЭДТА-ның (ЭДТА1) қатысында қорғасынның ЭДТА қосылмаған варианттармен салыстырғанда өсімдіктердің өсу параметрлері тежелген. Бұл ЭДТА-ның қорғасынның тамырдан жер үсті мүшелеріне транслокациялануының артқандығының айғағы.

Топырақтағы кадмийдің жалпы және қозғалыстағы мөлшерін ЭДТА (ЭДТА1, ЭДТА2) енгізілген варианттардан анықтай келе, кадмийдің жалпы мөлшеріне қарағанда қозғалыстағы мөлшерінің артқандығы байқалады. Бақылау варианттарындағы топырақта кадмий іздері байқалса, ЭДТА1 және ЭДТА2 варианттарында кадмий өте аз мөлшерде болғандығы анықталды (сурет 6).

Топырақтағы кадмийдің қозғалыстағы мөлшері Cd2+ЭДТА1 варианттарында 245 мг/кг құраса, ал Cd2+ЭДТА2-де 173 мг/кг құрады.



6-Сурет. Топырақтағы және *Agropyron repens* L. өсімдігі мүшелеріндегі кадмий мөлшері

Жер үсті мүшелеріндегі кадмий мөлшері ЭДТА1-де (0,32г/кг) бақылау вариантымен пара-пар болды, ал тамырда бақылаумен салыстырғанда 1,5 еседен де артты. ЭДТА2-де (0,64г/кг) өсімдіктің жер үсті мүшелері мен тамырында кадмий мөлшері екі есе өсті. Егер осы мәліметтерді өсу параметрлерімен салыстырсақ, Cd2+ЭДТА1 вариантында тамырдың өсуі айтарлықтай тежелді. Cd2+ЭДТА1 вариантында өсу параметрлерінің тежелуі тек кадмийі бар вариантымен салыстырғанда өсімдік мүшелерінде кадмийдің көп мөлшерде жинақталуымен сай келеді. Бұдан ЭДТА-ның топырақтан кадмийдің көп мөлшерде жер үсті мүшелеріне фитоэкстракциялануына себеп болатындығын көруге болады.

Сонымен, ЭДТА жатаған бидайықтың өсуіне аса әсері болмағанымен, ауыр металдар бар варианттарда ол ауыр металдардың жер үсті мүшелеріне транслокациялануын арттырған. Кадмийдің біз алған Cd2 (60 мг/кг) концентрациясы өсімдіктің жер үсті мүшелерінің және тамырдың өсуін қорғасынға қарағанда айтарлықтай тежеді. ЭДТА кадмийдің топырақтан фитоэкстракциялануын үдетіп, жер үсті мүшелеріне оның концентрациясының артуын қамтамасыз етті. Мысалы, кадмийдің мөлшері Cd2+ЭДТА2 вариантында 589 мг/кг құрап, тек Cd2 вариантымен салыстырғанда 2,7 есе артты.

Жалпы ЭДТА топырақ құрылымына кері әсер етпей-ақ, ондағы ауыр металдардың фитоэкстракциялануын арттыратыны тәжірибе жүзінде анықталды.

Ауыл шаруашылығында әртүрлі технологияларды жүйесіз қолдану, түрлі-түсті металлургия, ЖЭС қоршаған ортаны ауыр металдар мен радионуклидтердің, пестицидтердің және басқа да мутагенді, канцерогенді қасиетке ие улы заттармен ластау арқылы жалпы биосфераға қауіп туғызуда. Сондықтан қоршаған ортаны қайта қалпына келтіруде әртүрлі табиғи және синтетикалық хелаттағыш қосылыстарды кең пайдаланып ластанған ортаны жақсарту мәселелеріне көбірек көңіл бөлген орынды.

Қорыта айтқанда, ЭДТА жатаған бидайық (*Agropyron repens* L.) өсімдігінің өсуіне гумин қышқылдары сияқты /14/ оң әсер етпегенімен, ауыр металдарды сіңіріп жер үсті мүшелеріне транслокациялануын арттырды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Salt D.E., Smith R.D., Raskin I. Phytoremediation // Ann. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol. V. 49. P.643-668, 1998
2. Punshon, Adriano, D.C., Alloway, B., Doner, H., Keller, C., Lepp, N.W., Mench, M., Naidu, R., Pierzynski, G.M. (Eds.): Proc., 5th Intern. Conf. on the Biogeochemistry of Trace Elements, part I, July 11-15, 1999, Vienna; 930-931. 1999
3. Садовникова Л.К., Зырин Н.Г. Показатели загрязнения почв тяжелыми металлами и неметаллами в почвенно-химическом мониторинге // Почвоведение. 1985. № 10. С. 84–89.
4. Ebbs, S. D.; Kochian, L. V. Toxicity of Zn and Cu to Brassica species: implications for phytoremediation *Journal of Environmental Quality*, 1997, 26, p 776–781.
5. Brown S.L., Chaney R., Li Y-M., Angle S., Horner F., Green C. Potential use of hyperaccumulator plant species to decontaminate metal polluted soils // Potential use of metal hyperaccumulators. Mining environmental management / 1995. V.3(3). P.1-11.
6. Blaylock M.J., Salt D.E., Dushenkov S, Zakharova O., Gussman C., Kapulnik Y., Ensley B.D., Raskin I Enhanced accumulation of Pb in indian mustard By soil applied chelating agents. Environ. Sci. Technology, 1997, p.860-865
7. Salt D.E., Prince R.C., Pickering I.J. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in *Indian mustard* // Plant Physiol. – 1995. – V. 109. – P. 1427-1433.
8. Brown, E.P. Brewer, J.S. Angle and A.J.M. Baker. Phytoremediation of soil metals // Curr. Opin. Biotech. - 1995. - N8. - P. 279-284.

9. Галиулин Р.В., Галиулина Р.Р. Технология фитоэкстракции тяжелых металлов из загрязненных почв // III международная конференция из серии "Наука и бизнес" (19 - 21 июня 2006 г.), Пущино-Россия, 2006. С. 420–421.
10. Dushenkov S., Kapulnik Y., Blaylock M., Sorochisky B., Raskin I., Ensley B. Phytoremediation: A Novel Approach to an Old Problem // Global Environmental Biotechnology // Ed. Wise D.L. Amsterdam: Elsevier Science, 1997. P.563-572.
11. Ernst W.H.O. Revolution of Metal Hyperaccumulation and Phytoremediation Hype // New Phytol. 2000. V. 146. P. 357-358
12. Salt, D. E.; Blaylock, M.; Kumar, N. P. B. A.; Dushenkov, V.; Ensley, B. D.; Chet, I.; Raskin, I. Phytoremediation a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Biotechnology*, 1998, p 468–474.
13. Galiulin R.V., Bashkin V.N., Birch P., Kucharski R. Influence of phytoextraction effectors on the ferment activity of heavy metal polluted soil // Land Contamination a. Reclamation. 1999. V. 7. № 2. P. 133–141.
14. С.Д. Атабаева, А.Ж. Бейсенова, Ш.К. Кенжебаева, Г.А. Байсеитова, Т.С.Сагындыкова, Б.А. Сарсенбаев Влияние гуминовых кислот на фитоэкстракцию свинца из почвы // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2008. №2. С. 66-71.

В статье представлены результаты изучения влияния свинца и кадмия на ростовые процессы пырея ползучего (*A. repens* L.). Показано, что комплексобразующее соединения как ЭДТА стимулирует поступление тяжелых металлов в растение и их транслокацию в надземные органы. Результаты исследований являются научной основой для разработки технологии фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

The article was presented the results to investigated of effect of lead and cadmium on growth processes of *Agropyron repens* L. The experiments showed that chelating connections as EDTA receipt of heavy metals in a plant and their translocation in elevated bodies stimulates. The results of this studies substantiate scientifically the development of the technology for phytoremeditation of soils contaminated by HM.

УДК 574.5

О.В. ГРИШАЕВА

СОВРЕМЕННАЯ ГИДРОФАУНА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ И УСТЬЯ Р. СЫРДАРЬИ

(Аральский филиал ТОО «Казахский НИИ рыбного хозяйства»
АО «КазАгроИнновация» МСХ РК)

*Материалы содержат результаты гидробиологических исследований состояния макрозообентоса с учетом таксономического состава и распределения в нижнем течении р. Сырдарьи в весенне-летний период 2005-2008 гг. Макрозообентос нижнего течения реки, включающий эвригалинные и солоноватоводные виды беспозвоночных, может служить источником естественного расселения *D.aralensis*, *P.lacustris*, *C.behningi*.*

Река Сырдарья является трансграничным водотоком, протекающим на территории четырех государств (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан), и основным