

ӘОЖ 502.521:633.854.78

Е.А. Кіршібаев, Б.Ә. Сәрсенбаев, Г.А. Байсеитова, Н.Қ. Нөкербекова, М. Қамұнұр
ҚРБҒМ Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Қазақстан, Алматы қ.
*E-mail: yerlana@yandex.ru

Техногенді ластанған топырақтағы ауыр металдардың күнбағыс өсімдігінің жекеленген мүшелерінде таралуы

Мақалада техногенді ластанған топырақтағы ауыр металдардың күнбағыс өсімдігінің жекеленген мүшелерінде таралуы туралы мәліметтер келтірілген. Ауыр металдар күнбағыс өсімдігінің жер үсті мүшелерінде, негізінде төменгі және жоғарғы жапырақтарында көп шоғырланатындығы туралы тәжірибелік мәліметтер келтірілген. Техногенді аймақта өсірілген күнбағыс өсімдігі өзіне сіңірілген металдарды негізінде жерүсті бөлігінде, әсіресе төменгі жапырақтарда жинақтайтындығы анықталған. Мақалада күнбағыс фиторемедиация технологиясына негіз болатын гипераккумулятор өсімдіктерге тән қасиетке ие деп айтуға болатындығы келтірілген.

Түйін сөздер: күнбағыс, ауыр металдар, мыс, мырыш, қорғасын, кадмий, гипераккумулятор, фиторемедиация.

E.A. Kirshibaev, B.A. Sarsenbaev, G.A. Baiseiytova, N.K. Nokerbekova, M. Kamunur

Distribution of heavy metals on bodies of sunflower grown up in the conditions of technogenic pollution of soils

This article considered the distribution of heavy metals on separate organs of sunflower grown up in technogenic contaminated area. It is revealed that heavy metals are accumulation in the aerial organs, exactly in the lower and middle leaves of sunflower. It is shown that the sunflower is characterized as a hyperaccumulator plant of heavy metals and possibility of use as an ameliorant of soils polluted by heavy metals.

Keywords: Sunflower, heavy metals, copper, zinc, lead, cadmium, hyperaccumulator, Phytoremediation.

Е.А. Киршибаев, Б.А. Сарсенбаев, Г.А. Байсеитова, Н.К. Нөкербекова, М. Камунур

Распределение тяжелых металлов по органам подсолнечника, выращенного в условиях техногенного загрязнения почв

В статье рассмотрено распределение тяжелых металлов по отдельным органам подсолнечника, выращенного в техногенно загрязненном районе. Выявлено, что тяжелые металлы накапливаются в надземных органах, а именно в нижних и средних листьях подсолнечника. Показано что подсолнечник характеризуется как растение гипераккумулятор тяжелых металлов и возможно его использование в качестве мелиоранта почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Ключевые слова: подсолнечник, тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, кадмий, гипераккумулятор, фиторемедиация.

Қоғамның дамуының XIX, әсіресе XX ғасыры адамзатқа қоршаған ортаның экологиялық проблемаларын бірге ала келді. Себебі ғылым мен техниканың дамуы өндіріс орындарының ұлғаюына, жер қойнауындағы пайдалы қазбаны өндіруді жеделдетуге, әртүрлі мақсатта жерді пайдаланудың артуына, құрамында өте улы химиялық заттары бар препараттарды, пестицидтерді кеңінен қолдануға т.б. жол

ашты. Аталған себептердің экологиялық зардабы алғашында бірден білінбесе де жылдар өте қоршаған ортаға жинақтала келе өз әсерін байқата бастады.

Негізінде қоршаған ортаның химиялық улы заттармен ластануы табиғи және антропогендік деп бөлінеді. Табиғи бүлінуге вулкандар, орман мен шалғындық далаларда өздігінен тұтанған өрт, ылғалды топырақтың (батпақты далалар)

астындағы жинақталған улы газдардың бөлінуі, жер сілкінісі, су тасқыны және тағы басқа табиғи апаттарды жатқызуға болады. Дегенмен табиғи апаттардың қоршаған ортаға тигізетін әсері айтарлықтай көп емес және қайтымды болып келеді [1].

Әлемде жылына әртүрлі өндіріс орындарынан миллиондаған тонна химиялық заттар өндіріледі. Оның біршама бөлігі әртүрлі жолдармен қалдық ретінде, газ түрінде қоршаған ортаға таралып жинақталды. Улы заттардың биосферадағы мөлшерінің артуы тірі ағзаларға кері әсерін тигізеді. Негізінде химиялық элементтердің басым көпшілігі тірі ағзалардың негізін құрайтын немесе оларда жүретін зат алмасудың маңызды бөлігі немесе органогендер мен макро-, микро-элементтер қатарынан орын алады. Дегенмен ондай элементтер шектеулі мөлшерінде ғана оң әсер береді. Ал химиялық элементтердің қоршаған ортадағы мөлшерінің шектен тыс артуы өзінің кері әсерін тигізе бастайды. Ондай көріністер жердің сортаңдануы, судың ластануы, техногенді аймақтардың пайда болуы, өсімдік жамылғысының күрт азаюы, ауылшаруашылық дақылдардың өнімділіктерінің төмендеуі, адам мен жануарларда түрлі аурулардың пайда болуы, биологиялық әртүрліліктің жұтандануы, т.б. қауіпті қайтымсыз процестерге алып келеді.

Химиялық улы заттардың түрлері өте көп олардың қатарында тірі ағзаларға улы әсер ететін пестицидтермен қатар ауыр металдар жиі аталады. Себебі ауыр металдар қоршаған ортада кең таралған, өндірісте жиі қолданылады. Ауыр металдар қатарында аз мөлшерде тірі ағзалар үшін қажетті (Cu, Zn, Fe, Mn) элементтер кірсе, тіпті, өте аз дозасында улану мен қауіпті ауруларға бастама беретін (Pb, Cd, Hg) элементтер де бар [6]. Ауыр металға судың тығыздығынан бес есе көп, салыстырмалы атомдық салмағы 50-ден жоғары химиялық элементтер жатады [1-7].

Мыс және мырыш элементтері аз мөлшерде көптеген зат алмасу өнімдерінің құрамына кіреді. Мырыш, әсіресе, өсімдіктерде 200-ден астам фермент құрамына кіріп олардың белсенділігіне әсер ететіндігі анықталса, мыс көптеген белоктармен кешенді қосылыстар түзіп тотығу-тотықсыздану процестеріне қатысатындығы туралы деректер бар[5-7]. Ал аталған элементтер қоршаған ортада көбейсе, біртіндеп тірі ағзаларға улы әсер етеді. Ондай деректерді көптеп кездестіруге болады [1-7].

Кадмий өте улы, тірі ағзаларда жинақталуға қаблетті және топырақта жылжымалы формасы өте жоғары ауыр металл болып саналады. Кадмий өндірісте пластмасс жасауда, әртүрлі тұрақты түрлі түсті бояулар өндіруде, тіпті, кейбір тыңайтқыштардың да құрамында кездеседі. Қоршаған ортада кадмийдің көбеюі өсімдіктердің өсіп-дамуын күрт төмендетеді. Ал адам мен жануарларға тағам арқылы түсуі ас қорытудағы өте маңызды ферменттердің- пепсин, трипсин жұмыстарына кері әсер береді. Сонымен қатар кадмий кальций элементінің антагонисті болып табылады. Кадмийдің шамадан тыс мөлшерде жиналуы ағзадағы кальций элементінің азаюына әкеліп соқтырады. Оның әсерінен сүйек ұлпасының қаттылығы азайып сынғыштығы артатын итаи-итаи ауруын тудырады. Одан басқа бүйректе, бауырда, асқазанда мырыш элементтің орнын басып металлпротеиндер түзіп (хелат) олардың жұмыстарына кері әсер етеді [1-4,8].

Қорғасын өндірісте өте кең қолданылатын ауыр металға жатады. Металл түрінде және оның қосылыстары (оксидтер, галогендер, карбонаттар, хроматтар, сульфаттар) машина жасауда, аккумулятор, электр элементтері, резина, әйнек, әртүсті бояу жасауда кеңінен қолданылады. Қоршаған ортаға автомобильдерден шығатын пайдаланылған газдың құрамында 20%-дай қорғасын әртүрлі қосылыстармен түйіршік түрінде жолдардың жақын маңында жинақталып қалады. Сондықтан ғалымдар үлкен жолдардың маңында мал жаюға, бау-бақша мен ауылшаруашылық дақылдарын өсірмеуге ұсыныс жасайды [1,7,8]. Топырақта 50 мг/кг қорғасынның жинақталуы өсімдіктерге улы әсер етеді. Ал адамдар мен жануарлар ағзасына қорғасынның негізгі көзі өсімдік тектес азықтан қоректік тізбек арқылы түседі. Қорғасын адамның орталық нерв жүйесіне, қан айналу, клетканың генетикалық ақпаратын сақтау жүйесіне, белок синтезіне кері әсер етеді. Қорғасынның жинақталуы адамда сатурнизм ауруының пайда болуына әкеледі [1-4,8].

Жоғарыда келтірілген деректерге қарай отырып химиялық ластағыштардан қоршаған ортаны тазарту кезек күттірмейтін өзекті мәселе екендігіне көз жеткіземіз. Қоршаған ортаны химиялық ластағыштардан тазартудың әртүрлі жолдары белгілі. Соңғы кездері әрі арзан, әрі тиімді фиторемедиация технологиясы туралы

деректерді көптеп кездестіруге болады. Фиторемерация технологиясы деп улы химиялық заттарға төзімді және оларды өз бойларында жақсы жинай алатын өсімдіктерді пайдалану арқылы топырақты, суды, ауаны тазарту әдісін атайды. Немесе бұл биологиялық әдіс [8-9].

Адам баласы үшін өсімдік тек оттегінің көзі ғана емес, әрі тағам, әрі дәрі, киім-кешек пен құрылыс материалы. Сонымен қатар қазіргі кезде өсімдіктер көмегімен қоршаған ортаны улы химиялық заттардан тазартудың арзан әрі экологиялық тиімді әдіс екендігі жан-жақты дәлелденіп келеді. Ол үшін өсімдік бірнеше алғышарттарға жауап беруі керек. Оның бірі ауыр металдармен ластанған аймақта жақсы өсу және жер үсті мүшелерінде ауыр металдарды көп шоғырландыру болып табылады.

Ұсынылып отырған жұмыста Шығыс Қазақстан облысы Риддер қаласында орналасқан Қазмырыш зауытының аймағында күнбағыспен жүргізілген тәжірибенің нәтижелері келтірілген.

Зерттеу материалдары және әдістері

Тәжірибе жүргізілген аймақ таңдалып алынып ара қашықтығы 0,5 метрден тақталарға бөлінді. Әр тақтаның ауданы 8 м²-ден. Бақылау варианты ешқандай өсімдіксіз, тек әр ай сайын топырағы қопсытылып отырды. Тәжірибелік вариантқа күнбағыс өсімдігі отырғызылды. Әр ай сайын тәжірибелік варианттар бөгде өсіп кеткен өсімдіктерден тазартылып отырды. Тәжірибенің соңында өсімдіктер салмағы өлшеніп тамыр, сабақ және жапырақ пен себет секілді бөліктерге дараланды. Өсімдіктердегі ауыр металдар мөлшері атомдық-абсорбциялық спектрофотометриялық әдісі арқылы анықталды. Алынған мәліметтер статистикалық өңдеуден өткізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Ең алдымен, ауыр металдардың топырақтағы бастапқы мөлшерін анықтау қажет болды. Бірінші кесте нәтижелеріне зер сала қарасақ зауыттың тәжірибе жүргізілген аймағында ауыр металдар концентрациясы біршама жоғары екендігі байқалады. Мысалы, мыстың қоршаған ортада шектеулі концентрациясы 5 мг/кг-ды құрау қажет болса зауыт аймағында оның мөлшері 90 мг/кг-ды құраған. Яғни 17 есе көп деген сөз. Ал қорғасын элементінің топырақта жылжымалы

формасы төмен екендігі белгілі, себебі қорғасын топырақтағы фосформен ерімейтін байланыс түзеді, соның өзінде қорғасынның жылжымалы формасы зауыт маңында 104 мг/кг болғандығы анықталды. Кадмий – өте улы ауыр металл. Оның топырақтағы шектеулі мөлшері 1 мг/кг-дай ғана болуы тиіс. Ал тәжірибедегі кадмийдің мөлшері 6 мг/кг болғандығы анықталды, яғни шектеулі концентрациядан 6 есе көп деген сөз. Кестеден көрініп тұрғандай мырыштың мөлшері де өте жоғары 981 мг/кг. Ол элементтің шектеулі концентрациясы топырақ түріне байланысты 50-100 мг/кг мөлшерде болуы тиіс. Яғни зауыт аймағында тиісінше 10 есе жоғарылап кеткендігі байқалады (1-кесте) [9-11].

1-кесте – Риддер мырыш зауыты территориясындағы ауыр металдардың топырақтағы мөлшері

Cu	Pb	Cd	Zn
мг/кг			
90	104	6,00	981

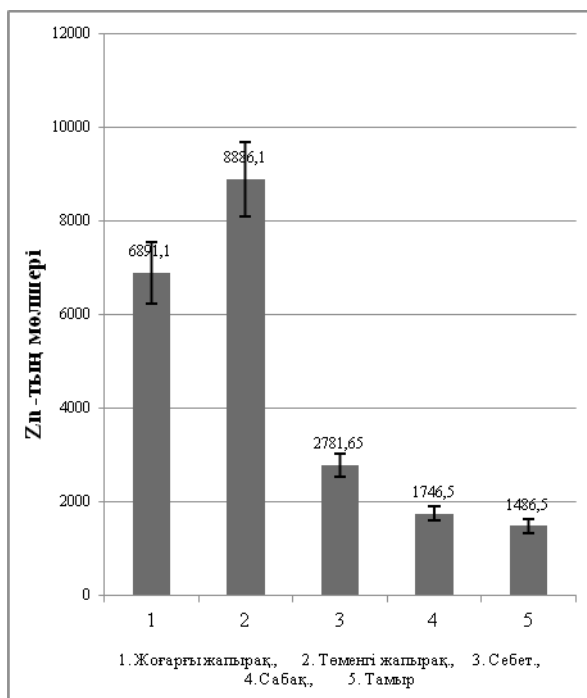
Сонымен, аталған элементтердің өсімдіктерге оңай түсетін жылжымалы формасының тәжірибе жүргізілген аймақта жоғары болып кеткендігі көрініп тұр. Жұмыстың келесі бөлімінде ерте көктем айында отырғызылған күнбағыс өсімдігінің аталған ауыр металдарды қанша мөлшерде қабылдап, қандай мүшелерінде көп мөлшерде жоғары шоғырландырғандығын анықтау. Ондай нәтижелерді 1-4 суреттерден көруге болады.

Бірінші суреттен көріп отырғанымыздай зауыт аймағына таралған мырыш элементінің мөлшері өсімдіктің жерүсті бөліктерінде жоғары екендігі байқалады.

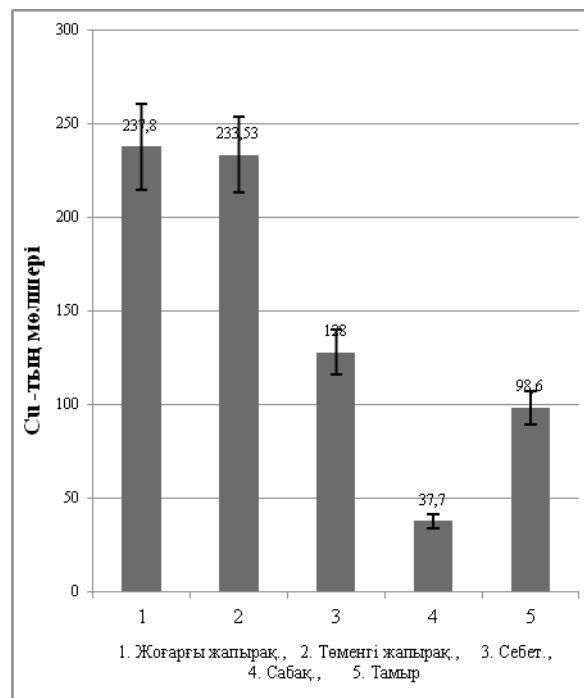
Өсімдік ағзасына енген мырыштың негізгі бөлігі 8886,1 мг/кг оның төменгі жапырағында шоғырланса, жоғары жапырақтардағы жинақталған мөлшері 6891,1 мг/кг-құрады. Өсімдіктің сабағы негізгі тасымалдаушы қызмет атқаратындығы белгілі, ал онда басқа жерүсті мүшелерімен салыстырғанда мырыштың ең төменгі бөлігі, яғни 1746,5 мг/кг болса, себетте (корзина) 2781,6 мг/кг-дай бөлігі жинақталған. Мыстың өсімдіктегі жалпы мөлшері мырышпен салыстырғанда біршама төмен. Дегенмен күнбағыс өсімдігінде сіңірілген бұл элементтің көп бөлігі жерүсті бөлігінде жинақталған. Негізгі мыстың көп бөлігі, яғни 237,8 мг/кг-ы жоғарғы және 233,3 мг/кг-ы төменгі жапырақтарда шоғырланған. Өсімдіктің жерүсті бөлігіндегі

мыстың ең аз мөлшері сабақта, небары 37,7 мг/кг, ал себетте 128 мг/кг-дай бөлігі болатындығы анықталды. Өсімдіктің тамыры өз бойында

сіңірілген элементтің тек қана 98,6 мг/кг-дай бөлігін ғана шоғырландырғандығын көруге болады.



1-сурет – Далалық тәжірибедегі күнбағыс өсімдігінің мүшелеріндегі мырыштың жинақталу көрсеткіші

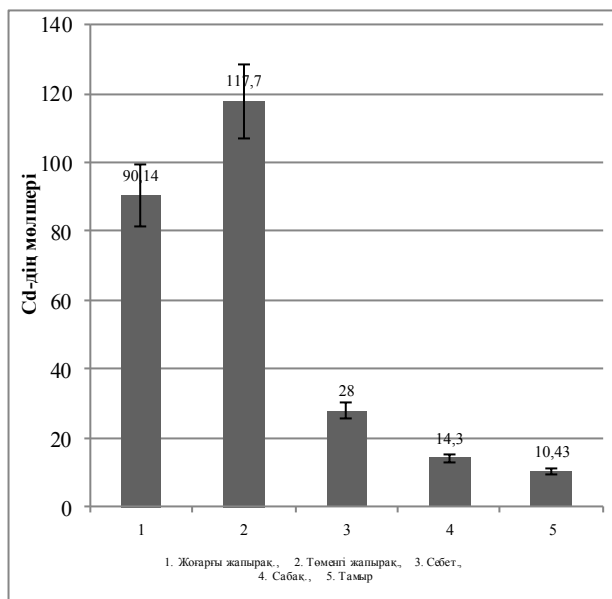


2-сурет – Далалық тәжірибедегі күнбағыс өсімдігінің мүшелеріндегі мыстың жинақталу көрсеткіші

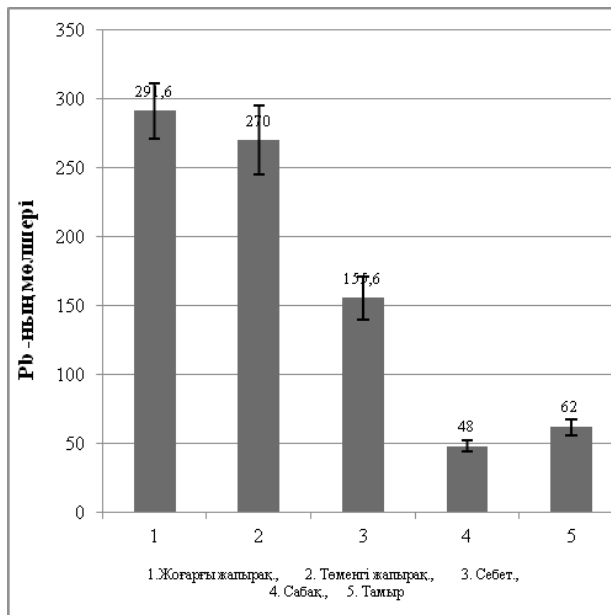
Мыс және мырыш элементтері өсімдік тіршілігінде маңызды минералды элементтер қатарына жатады. Олардың өсімдікте көп шоғырлануы ешқандай түсінбестікке әкелмеуі мүмкін, ал улы әсері жағынан бірінші класқа жатқызылатын қорғасынның және кадмийдің өсімдіктегі мөлшерінің шамадан тыс артуы, өсімдіктің осы элементтерге төзімділігін анықтауы мүмкін. Ал фиторемедиация технологиясына негіз болатын гипераккумулятор өсімдіктерде мұндай қасиет болуы керек. Жұмыста алынған нәтижелерге зер салсақ күнбағыс өсімдігінің жерүсті бөлігінде қорғасын мен кадмий элементтерінің мөлшері біршама жоғары екендігін байқауға болады (3-4 сурет).

Үшінші суреттен көріп отырғанымыздай қорғасынның өсімдік тіршілігінде маңызы минералды элемент болмаса да өсімдіктің жерүсті мүшелерінде шоғырлануы біршама жоғары, тіпті, өсімдіктің жапырағында тамырға қарағанда көп болатындығы байқалады. Мысалы, жоғарғы

жапырақта 291,6 мг/кг болса, төменгі жапырақта 270 мг/кг мөлшерде жинақталған. Бұл элементте өсімдіктің сабағында аз болса 48 мг/кг, себетінде біршама жоғары (155,6 мг/кг). Сонымен, күнбағыс өсімдігі сіңірілген элементтердің негізгі бөлігін жерүсті мүшесінде шоғырландыратындығы байқалады. Дәлірек айтсақ, оның басым бөлігі өсімдіктің жапырақтарында жинақталады. Мұндай көрсеткіш улы элементтің бірі кадмиймен жасалған жұмыста да сақталды (4-сурет). Суретте көрініп тұрғандай өсімдіктегі кадмийді ең аз кездескен бөлігі тамыр жүйесі. Онда баржоғы 10,4 мг/кг ал, өсімдік сабағында 14,3 мг/кг-ды құрайтындығынан байқалды. Аталған элемент өсімдіктің жапырағында, әсіресе төменгі жапырақта 117,7 мг/кг ең көп мөлшерде шоғырланса, одан кейінгі жоғарғы жапырақта 90,14 мг/кг болатындығына анықталды. Өсімдік себетінде сабақ пен тамырға қарағанда біршама кадмийдің жинақталатын орны десек болады. Себебі онда 28 мг/кг-дай бөлігі шоғырланған.



3-сурет – Далалық тәжірибедегі құнбағыс өсімдігінің жер үсті мүшелеріндегі қорғасынның жинақталу көрсеткіші



4-сурет – Далалық тәжірибедегі құнбағыс өсімдігінің жер үсті мүшелеріндегі кадмийдің жинақталу көрсеткіші

Сонымен қорыта келе техногенді аймақта өсірілген құнбағыс өсімдігі өзіне сіңірілген металдарды негізінде жерүсті бөлігінде, әсіресе төменгі жапырақтарда жинақтайтындығы белгілі болды. Демек, құнбағыс фиторемедиация

технологиясына негіз болатын гипераккумулятор өсімдіктер бойынан іздейтін қасиетке ие деп айтуға болады. Олай болса өсімдіктің басқа да төзімділік көрсеткіштерін анықтай түсу қажет.

Әдебиеттер

- 1 Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунашвили Т.А., Еистигнеева З.Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. Ин-т биохимии им. А.Н. Баха. – М.: Наука, 2005.- 199 с.
- 2 Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высших растения // Физиол. раст. – 2001.- Т. 48.- №4.- С. 606-630.
- 3 Корте Ф., Бахадир М., Клайн В., Лай Я.П., Партал Г., Шойнерт И. Экологическая химия.- М.: Мир, 1996. – 395 с.
- 4 Сарсенбаев Б.А., Атабаева С.Д., Киришаев Е.А. Характер загрязнения почв и растений Восточно-Казахстанской области тяжелыми металлами // Биотехнология. Теория и практика. – 2002. – №2. – С. 118-123.
- 5 Постников Д. А., Прохин Л. В. Аккумуляция тяжелых металлов корневыми растениями пиона при техногенном воздействии на почвенный ценоз // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2003.- Вып. 1. – С. 187-190.
- 6 Панин М. С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана. – Семипалатинск: Издательство «Государственный университет Семей», 1999.- 329 с.
- 7 Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высших растения // Физиол. раст. – 2001.- Т. 48, №4.- С. 606-630.
- 8 Baker A. J. Accumulators and excluders – strategies in the response of plants to heavy metals // J. Plant Nutr. – 1981. – № 3.-P. 643-654.
- 9 Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под. ред. Н. Я. Школьника., И. В. Алексеевой-Поповой. Л., 1983. – 176 с.
- 10 Добровольский В.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 3-12.
- 11 Минкина Т.М. Изменение микробиологической активности чернозема обыкновенного при внесении цинка и свинца // Почвоведение. – 2005. – №4. – С. 105-113.