

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

**ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



**ВЕСТНИК
ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТА**

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 4 (2021)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/SXQH9045>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/KMED2646>***Қ. М. Жетыбай**Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.**АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ
ГАЛОФИТ ӨСІМДІКТЕРІМЕН ФИТОРЕМЕДИЯЦИЯЛАУ**

*Мақала бүгінгі таңдағы өзекті мәселе, мемлекетіміздің шикізат өндіруінің кесірінен қоршаған ортамыз ауыр металдардан зардап мөлшерін төмендету үшін зерттелген. Қазіргі жағдайда, экожүйелерге антропогендік жүктеме үнемі өсіп, олардың тұрақтылығы белгілі бір шектеулерге ие болған кезде, қоршаған ортаны тазартудың әртүрлі биологиялық әдістері үлкен қызығушылық тудырады. Бұл әдістер ақылға қонымды және қауіпсіз деп саналады, өйткені олар табиғатта кездесетін табиғи механизмдерге негізделген. Осындай әдістердің бірі – фиторемедиация-қоршаған ортаны тірі өсімдіктердің көмегімен әртүрлі ластаушы заттардан тазарту. Жұмыстың мақсаты- ластанған топырақты фиторемедиациялау технологияларында пайдалану және аймақтық жағдайларда экологиялық қауіпсіз өсімдік шаруашылығы өнімдерін алу үшін өсімдіктердің әртүрлі түрлерімен зерттеу және ауыр металдармен ластанған топырақты галофит өсімдіктерімен фиторемедиациялау туралы жазылған. Тәжірибелерге пайдаланылған галофиттердің барлығы да кадмий және қорғасын секілді өте улы ауыр металдарды тамырына сіңіріп, жинай алатын қабілет көрсетті. Тексерілген ауыр металдардың ішінде галофиттер кадмийді көбірек тамырына сіңіретінін көрсетті. Сораңиоп (*Salicornia*) галофитінің тамыры мен жапырақтарында берілген ауыр металдар шамамен алғанда бірдей мөлшерде жиналды. Ал, ажырық (*Aeluropus*) галофитінің жапырақтарында оның тамырымен салыстырғанда ауыр металдардың барлық түрлері әлдеқайда көп жиналтыны дәлелденді.*

Кілтті сөздер: ауыр металдар, биоремедиация, фиторемедиация, экология, топырақ, галофит.

Кіріспе

Қазіргі адам тіршілігін сипаттайтын жер қойнауындағы пайдалы қазбаларды кеңінен игеру және өндірістің әр саласының қарқынды дамуы қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануының негізгі себептері болып отыр. Ауыр металдар көптеген пайдалы қазбаларды игерудегі қосымша өнімдері болып табылады [1]. Мысалы, Тараз қаласының аймағында игерілетін суперфосфаттың құрамында көп мөлшерде қауіпті ауыр металдардың бірі – кадмий болады [2].

Екі валентті металдардың биологиялық маңызды молекулалардың құрамында болатын сульфгидриль (-SH) топтарға, әсіресе дитиолдарға (HS-C=C-SH) химиялық туыстығы өте жоғары. Ал, осындай күкіртті топтар барлық ақуыздардың ішінде көп болады [1]. Ал, біздің денеміздегі ақуыздардың ағза үшін аса маңызды алуан түрлі қызмет атқарады, яғни ауыр металдар денемізде жүріп жатқан соншама химиялық реакциялардың бірнешеуінің өзі тоқтап қалса – тірі организмге өлім қауіпі туады. Ауыр металдардың қауіпі осында.

Егер қоршаған ортаның ауыр металдармен ластанған қалпы сол күйінде қала берсе, онда ластаушы қосылыстардың адам мен жануарлардың денсаулығына тигізетін қауіпті әсері жылдан-жылға күшейе түседі [1, 3]. Сондықтан, бүгінгі күні дүниежүзінің ғалымдары топырақ пен суды аса қауіпті улы металдардан тазалаудың тиімді жолын іздестіруде. Ғалымдардың есептеулері бойынша 1 куб. метр топырақты физикалық-химиялық жолмен улы металдармен тазалаудың шығыны 1000 АҚШ долларынан асады екен [4; 5]. Ал, осыдан мыңдаған шаршы километр алқаптағы топырақты сондай жолмен тазалаудың қаншалықты аса қымбат екенін түсіну қиын емес. Қоршаған ортаның ластануын тоқтатудың және тазалаудың бірден-бір жолы – өсімдіктерді пайдалану екенін ғалымдар дәлелдеп отыр [2, 6]. Өсімдіктерді пайдалану арқылы қоршаған ортаны тазалау әдісін «фиторемедиация» деп атайды. Гректің «фитон» деген сөзі – өсімдікті, ал латынның «ремедиум» дегені – қалпына келтіруді білдіреді. Қоршаған ортаны тазалауда фиторемедиация өте нәтижелі және экономикалық жағынан арзан әдіс екенін көптеген тәжірибелер дәлелдеуде. Ол үшін өсімдіктердің арасынан улы металдардың белгілі бір түрін немесе түрлерін өздерінің вегетативті мүшелерінде көп мөлшерде жинай алатын өсімдіктердің түрлерін айқындау қажет.

Материалдар мен әдістер

Тәжірибелерімізге ауыр металдар – қорғасынның және кадмийдің көздері ретінде $(C_2H_3O_2)_2Pb$ және $CdCl_2 \cdot 5/2H_2O$ тұздарының судағы ерітінділерін қолданылды. Металдардың мөлшерін Алматыдағы әл-Фараби

атындағы Қазақ ұлттық университетіндегі экология кафедрасындағы атомды-абсорбциялы спектрометрлер (AAS-3, Германия және Analyst-2000, АҚШ) арқылы анықталды [7]. Бақылау ретіндегі өсімдіктер құрамына осы металдар берілмеген топырақта өсірілді.

Галофиттердің тамырының ауыр металды сіңіріп, жинау қабілеті. Топырақты $(C_2H_3O_2)_2Pb$ және $CdCl_2 \cdot 5/2H_2O$ тұздарының 10 микромоль ерітінділерімен араластырылды. Алдымен галофиттердің тұқымдарын ішінде дистилденген сумен ылғалданған фильтрлі қағазы бар Петри табақшаларында өндірілді. 15-күндік галофиттердің өскіндерін ешқандай қосылыс берілмеген топыраққа көшет етіп отырғызылды. Содан келесі 15 күннен кейінгі (яғни 30-күндік) өскіндерді бақылау арналған топыраққа және құрамында ауыр металл қосылған топыраққа көшірілді. Сөйтіп, әрбір галофит түрінің өскіндерін 6 нұсқаларда өсірілді [8]. Келесі 10 күннен кейін (40-күндік) өсімдіктердің тамыры мен жапырақтарындағы ауыр металдардың мөлшерін анықталды [9].

Нәтижелер және талқылау

Тәжірибелерге пайдаланылған галофиттердің барлығы да кадмий және қорғасын секілді өте улы ауыр металдарды тамырына сіңіріп, жинай алатын қабілет көрсетті. Тексерілген галофиттердің ішінде ажырық пен сораңшөптің тамырында ауыр металдар біршама көбірек жиналатыны байқауға болады. Тексерілген ауыр металдардың ішінде галофиттер кадмийді көбірек тамырына сіңіреді екен. Дегенмен, осы галофиттердің барлығының тамырында тексерілген әрбір ауыр металл шамамен бірдей мөлшерде жиналады деуге болады.

Ал, енді зерттелген галофиттердің жапырақтарына келетін болсақ *Tamarix*, *Suaeda* және *Tamarix* галофиттерінің жапырақтарында топыраққа берілген ауыр металдар олардың тамырымен салыстырғанда әлдеқайда аз мөлшерде жиналды. Сораңшөп (*Salicornia*) галофитінің тамыры мен жапырақтарында берілген ауыр металдар шамамен алғанда бірдей мөлшерде жиналды. Ал, ажырық (*Aeluropus*) галофитінің жапырақтарында оның тамырымен салыстырғанда ауыр металдардың барлық түрлері әлдеқайда көп жиналды.

Этилендиаминтөртсірке қышқылының (ЭДТА) ауыр металдарды сіңірудегі өсері. ЭДТА екі валентті ауыр металдармен өте байланысып, олардың улы қасиетін жояды. Оның үстіне ЭДТА өсімдіктердің тамырындағы апопласт арқылы оңай қозғалатыны толық дәлелденген [10]. Сондықтан, ЭДТА-ның өсімдіктің тамырына енетін қабілеті оны фиторемедиацияға қолдануға болатынын көрсетеді.

Келесі тәжірибелерімізде топыраққа қосылған ЭДТА-ның әртүрлі концентрацияларының кадмий және қорғасынның әртүрлі галофиттердің мүшелеріне жиналуына қалай әсерін зерттеулерге бағытталды. Ол мақсатта галофиттердің Қазақстанда өсетін түрлерінің өскіндерін құрамына ауыр металдар қосылған арнайы топыраққа көшіріп, ары қарай өсірілді. Топырақтың 1 килограммында 1 миллиграмм ауыр метал болатындай етіп, қорғасын үшін $(C_2H_3O_2)_2Pb$ ерітіндісін және кадмий үшін $CdCl_2 \cdot 5/2H_2O$ ерітіндісін араластырылды. Ауыр металл қосылған топырақта 10 күн өсірілген галофит өсімдіктерінің тамыры мен жапырақтарындағы ауыр металдардың мөлшерін зерттелді. Алынған нәтижелер тәжірибеге пайдаланған галофиттердің тамырына берілген ауыр металдарды әртүрлі деңгейде жинақтайды. Топырақтан ауыр металдарды тамырына белсенді түрде жинақтайтын галофиттер сораңшөп (*Salicornia*) мен ажырық (*Aeluropus*) болып шықты.

Топыраққа қосылған ЭДТА-ның ең төмен 10 мкМ концентрациясының өзінде-ақ барлық галофиттерінің тамырындағы ауыр металдардың мөлшері күрт жоғарылады. Топырақтағы ЭДТА-ның концентрациясын біртіндеп көтергенде, оған сәйкес галофиттердің тамырына сіңірілген ауыр металдардың мөлшері де жоғарылай бастады. Галофиттердің барлық түрінің тамырындағы ауыр металдардың ең көп мөлшері топырақтағы ЭДТА-ның концентрациясы 10 мМ-ға тең болған кезде байқалды. ЭДТА-ның ең жоғары 10 мМ концентрациясында сораңшөптің тамырындағы қорғасынның мөлшері ауыр металл қосылмаған бақылау топырақпен салыстырғанда 30 есе және кадмийдікі 35 есе жоғарылады. Ажырықтың тамырында қорғасын 34 есе және кадмий 35 есе өсті.

Қорытынды

Сонымен, басқа да өсімдіктердің топтары секілді галофиттердің арасында да ауыр металдарды сіңіру деңгейі бойынша үлкен айырмашылықтар болатыны анықталды. Алынған нәтижелер бойынша сораңшөп мен ажырықты галофиттердің арасындағы ауыр металдың гипераккумуляторлары деп айтуға болады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 **Jensen, S., Mazhitova, Z., Zetterstrom, R.** Environmental pollution and child health in Aral Sea region in Kazakhstan. // Science of the Total Environ. – 1997. – № 206 (2–3). – P. 187–193.

2 **Alikulov, Z., Boguspaev, K.** Phytoremediation of soils from heavy metals. // Биотехнология. Теория и практика. – 2000. – № 4. – С. 6–12.

3 **Glenn, E., Miyamaoto, S., Moore, D., Brown, J. J., Thompson, T. V., Brown, P.** Water requirement for cultivating *Salicornia bigelovii* Torr. with seawater on sand in a coastal desert environment. // *Environ.* – 1997. – V. 36. P. 711–730.

4 **Феник, С. И., Трофимьяк, Т. В., Блюм, Я. Б.** Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // *Усп. совр. биол.* – 1995. – Т. 115. – Вып. 3. – С. 261–275.

5 **Прасад, М. Н.** Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами // *Физиология растений.* – 2003. – Т. 50. – № 5. – С. 764–780.

6 **Hageman, R. H., Lamberti, R. J.** The use of physiological traits for corn improvement. // *Agronomy monograph.* – 1988. – № 18. – P. 431–461.

7 **Аликулов, З.** Влияние тяжелых металлов на активность молибдоферментов пшеницы и на их холодоустойчивость // *Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумилева.* – 2006. – № 6. – С. 87–92.

8 **Alikulov, Z.** Applied significance of halophyte plants. // *Биотехнология. Теория и практика.* – 2006. – № 4. С. 17–24.

9 **Гладков, Е. А.** Биотехнологические методы получения растений, устойчивых к тяжелым металлам // *Биотехнология.* – 2006. – № 3. – С. 79–82.

10 **Alikulov, Z.** Effect of salinity, nitrogen source and heavy metal stress on the activity of reed aldehyde oxidase // *Вестник КазНУ им. Аль-Фараби.* – 2008. – № 4 (39). – С. 50–53.

REFERENCES

1 **Jensen, S., Mazhitova, Z., Zetterstrom, R.** Environmental pollution and child health in Aral Sea region in Kazakhstan. // *Science of the Total Environ.* – 1997. – № 206 (2–3). – P. 187–193.

2 **Alikulov, Z., Boguspaev, K.** Phytoremediation of soils from heavy metals // *Biotechnologiya. Teoriya i praktika.* – 2000. – № 4. – P. 6–12.

3 **Glenn, E., Miyamaoto, S., Moore, D., Brown, J. J., Thompson, T. V., Brown, P.** Water requirement for cultivating *Salicornia bigelovii* Torr. with seawater on sand in a coastal desert environment // *Environ.* – 1997. – V. 36. P. 711–730.

4 **Fenik, S. I., Trofimyak, T. B., Blyum, Ya. B.** Mekhanizmy formirovaniya ustojchivosti rastenij k tyazhelym metallam [Mechanisms of Formation of Plant Resistance to Heavy Metals] // *Usp. sov. biol.* – 1995. – Vol. 115.– Issue 3. – P. 261–275.

5 **Prasad, M. N.** Prakticheskoe ispolzovanie rastenij dlya vosstanovleniya ekosistem, zagryaznennyh metallami [Practical use of plants for the restoration of ecosystems polluted by metals] // Fiziologiya rastenij. – 2003. – Vol. 50. – № 5. – P. 764–780.

6 **Hageman, R. H., Lamberti, R. J.** The use of physiological traits for corn improvement. // Agronomy monograph. – 1988. – № 18. – P. 431–461.

7 **Alikulov, Z.** Vliyanie tyazhelyh metallov na aktivnost molibdofermentov pshenicy i na ih holodoustojchivost [Influence of heavy metals on the activity of wheat molybdoenzymes and on their cold resistance] // Vestnik ENU im. L. N. Gumileva. – 2006. – № 6. – P. 87–92.

8 **Alikulov, Z.** Applied significance of halophyte plants. // Biotechnologiya. Teoriya i praktika. – 2006. – № 4. – P. 17–24.

9 **Gladkov, E. A.** Biotekhnologicheskie metody polucheniya rastenij, ustojchivyh k tyazhelym metallom [Biotechnological methods for obtaining plants resistant to heavy metals] // Biotekhnologiya. – 2006, – № 3. – P. 79–82.

10 **Alikulov, Z.** Effect of salinity, nitrogen source and heavy metal stress on the activity of reed aldehyde oxidase. // Vestnik KazNU im. Al-Farabi. – 2008. – № 4 (39). – P. 50–53.

Материал 20.12.21 баспаға түсті.

*К. М. Жетыбай

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 20.12.21.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, РАСТЕНИЯМИ-ГАЛОФИТАМИ

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме, когда из-за добычи сырья нашей страной страдает окружающая среда из-за тяжелых металлов. В современных условиях, когда антропогенная нагрузка на экосистемы постоянно возрастает, а их устойчивость имеет определенные ограничения, большой интерес представляют различные биологические методы очистки окружающей среды. Эти методы считаются разумными и безопасными, потому что они основаны на естественных механизмах, которые встречаются в природе. Одним из таких методов является фиторемедиация – очистка окружающей среды

*от различных загрязнений с помощью живых растений. Цель работы-изучение загрязненных почв различными видами растений для использования в технологиях фиторемедиации и получения экологически безопасных продуктов растениеводства в региональных условиях и фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами, растениями галофита. Все галофиты, использованные в опытах, показали способность поглощать и накапливать в своих корнях очень токсичные тяжелые металлы, такие как кадмий и свинец. Среди проверенных тяжелых металлов галофиты показали, что кадмий поглощает больше корней. Тяжелые металлы, содержащиеся в корнях и листьях галофита амброзии (*Salicornia*), были собраны примерно в одинаковом количестве. Доказано, что в листьях галофита неразлучника (*Aeluropus*) накапливается гораздо больше всевозможных тяжелых металлов, чем в его корнях.*

Ключевые слова: тяжелые металлы, биоремедиация, фиторемедиация, экология, почва, галофит.

*К. М. Zhetybay

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 20.12.21.

PHYTOREMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH HEAVY METALS BY HALOPHYTE PLANTS

The article is aimed at reducing the impact of heavy metals on the environment due to the production of raw materials by our state. In modern conditions, when the anthropogenic load on ecosystems is constantly increasing and their stability has certain limitations, various biological methods of cleaning the environment are of great interest. These methods are considered reasonable and safe because they are based on natural mechanisms found in nature. One of these methods is phytoremediation – cleaning the environment from various pollutants with the help of living plants. The purpose of the work is to study the use of contaminated soils in phytoremediation technologies and to obtain environmentally safe crop products in regional conditions with various plant species and to conduct phytoremediation of soils contaminated with heavy metals with halophyte plants. All the halophytes used in the experiments also showed the ability to absorb and accumulate very toxic heavy metals, such as cadmium and

lead. Among the tested heavy metals, halophytes have shown that they absorb more cadmium in their roots. The heavy metals contained in the roots and leaves of the halophyte Salicornia (Salicornia) were collected in approximately the same amount. Well, it has been proven that the leaves of the halophyte aeluropus accumulate much more of all kinds of heavy metals than its rhizome.

Keywords: heavy metals, bioremediation, phytoremediation, ecology, soil, halophyte.

Теруге 20.12.2021 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2021 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

1,51 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,29.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3889

Сдано в набор 20.12.2021 г. Подписано в печать 30.12.2021 г.

Электронное издание

1,51 МБ RAM

Усл.п.л. 8,29. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3889

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-pm.tou.edu.kz