

Ержанова М.Е.,  
Заядан Б.К., Ерназарова Г.И.,  
Джарылкасынова Г.Ш.

**Ластанған тоған суларын  
кейбір су өсімдіктер көмегімен  
тазарту**

Erzhanova M.E.,  
Zayadan B.K., Ernazarova G.I.,  
Dzharylkasynova G.

**Cleaning of the polluted ponds  
with some water plants**

Ержанова М.Е.,  
Заядан Б.К., Ерназарова Г.И.,  
Джарылкасынова Г.Ш.

**Очистка загрязненных прудов  
некоторыми водными  
растениями**

Мақалада ластанған тоған суларының ауыр металдармен ластану деңгейі анықталды. Судың ластануын алдын-алу өзекті мәселе. Ластанған суды кейбір су өсімдіктерімен тазартуға, моделді тәжірибе негізінде зерттеу жүргізілді. Ол үшін *Eichhornia crissipes* және *Pistia stratiotes* су өсімдіктерін тоған суларын биологиялық тазартуға пайдаланылды. Су өсімдіктері – ауыр металдар, биогенді элементтермен ластанған өзен-көлдерді тазартушы фиторемедиаторлар болып табылады. Тәжірибеде биогенді элементтер әсерінің су өсімдіктерінің биомасса шоғырлауына әсері анықталды. Біздің мақсатымыз *Eichhornia crissipes*, *Lemna minor* және *Pistia stratiotes* су өсімдіктерімен ластанған тоған суларды тазартудың оңтайлы биологиялық тәсілін ұсыну. Бастапқыда су құрамындағы металл концентрациялары айқындалды, содан соң ластанған суға су өсімдіктері өсіріліп биосорбция деңгейі зерттелді. Судағы металл концентрацияларының мөлшері ААС көмегімен анықталды.

**Түйін сөздер:** Ауыр металдар, ЛЗИ, ШРЕК, ААС, биосорбция, төзімділік, биогенді элементтер, биомасса, төзімділік, аллелопатия.

In article pollution level is determined by heavy metals of the polluted ponds. Prevention of pollution of water it is actual today. As model experiment for purification of the polluted waters some water activities of a plant were selected. For biological cleaning of a water as *Eichhornia crissipes* and *Pistia stratiotes* were used. Water hyacinths are considered as fitoremediator which are used for cleaning of the polluted lakes and the rivers of heavy metals and biogenous elements. In experiment influence of biogenous elements on concentration of biomass of water hyacinths was defined. Our purpose consists in findings of an optimum biological way for purification of the polluted pond water by means of water hyacinths of *Eichhornia crissipes*, *Lemna minor* and *Pistia stratiotes*. It was originally defined concentration of metals in water, the ambassador in the polluted water water hyacinths were grown up, and it was investigated the level of biosorption. Concentration of metals in water decided on the help of AAS.

**Key words:** heavy metals, IZV, maximum concentration limit, AAS, biosorption, stability, biogenous elements, biomass, allelopatiya.

В статье определен уровень загрязнения тяжелыми металлами загрязненных прудов. Предотвращение загрязнения воды на сегодняшний день актуален. В качестве модельного эксперимента для очистки загрязненных вод были отобраны некоторые водные виды растения – водные гиацинты такие, как *Eichhornia crissipes* и *Pistia stratiotes*. Водные гиацинты считаются фиторемедиаторами, которые используются для очистки загрязненных озер и рек от тяжелых металлов и биогенных элементов. В эксперименте было определено влияние биогенных элементов на концентрацию биомассы водных гиацинтов. Наша цель заключается в нахождении оптимального биологического способа для очистки загрязненной воды пруда с помощью водных гиацинтов *Eichhornia crissipes*, *Lemna minor* и *Pistia stratiotes*. Первоначально было определено концентрация металлов в воде, после в загрязненной воде выращивались водные гиацинты, исследовалось уровень биосорбций. Концентрация металлов в воде определялось с помощью ААС.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, ИЗВ, ПДК, ААС, биосорбция, устойчивость, биогенные элементы, биомасса, аллелопатия.

## ЛАСТАНҒАН ТОҒАН СУЛАРЫН КЕЙБІР СУ ӨСІМДІКТЕР КӨМЕГІМЕН ТАЗАРТУ

### Кіріспе

Қарқынды индустриалды даму – экономикалық жағынан тиімді, дегенмен құрылыс, көлік өңдеу және халықтың әлеуеттік жағдайларын жақсарту мақсатында жүргізілген жұмыстардың кейбір уытты қосылыстары тоған суларына құйылады, ал бұл экологиялық апаттарды тудырады, сондықтан су көздерінің ластануын алдын – алу үшін экологиялық мониторинг қажет.

Румынияда мамандар су тазартқыш станциялардың бассейндерінде су гиацинтін өсіріп көрді. Нәтижесінде гиацинт тек қана суды биологиялық тазартып қана қоймай, малға қоректік жем ретінде жарамдылығы 2 тоннаға дейін жететін жасыл масса жинауға мүмкіндік беретінін байқаған [1].

Сонымен қатар, эйхорния Сыктывкарадағы целлюлоза-қағаз өндірісіндегі ақаба суларда өсуге өте жақсы бейімделген, су өсімдігі тек қана биогенді элементтермен ғана емес, өте қауіпті заттардың айтарлықтай мөлшерімен де күресе алады [2].

Жоғарғы сатыдағы су өсімдіктері арасында өз-ара аллелопатиялық қарым қатынастың болатыны жайлы көптеген зерттеулер жүргізілген. Бірлестіктегі жоғарғы өсімдіктер мен төменгі сатыдағы өсімдіктер уытты қосылыстарға сорбциялық белсенділік көрсетеді.

Ауыр металлдардың өсімдік жасушасына өтуіне кедергі болатын механизмдердің бірі оның металлхелатирлейтін лигандтерді бөлуі болып табылады. Осы функцияларды орындауға қабілетті заттар, өсімдіктер сыртқа шығаратын органикалық қышқылдар, қанттар, амин қышқылдары, пептидтер, фенолдар және т.с.с бола алады [3]. Жоғары су өсімдіктері экзометаболиттерді бөлудің қарқынды үрдістерімен сипатталатыны мәлім [4].

Сондықтан, бізбен моделді тәжірибеде тоған суынан элементтердің биосорбциясын зерттеу үшін тәжірибе қойылды. Мұндағы, су фитоценозының компонентті ретінде су өсімдіктері алынды: *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* және *Pistia stratiotes*.

### Зерттеу материалдары және әдістері

Су үлгісі ластанған тоған суларынан алынды. Үлгіні алу үшін сыйымдылығы бір литрлік полиэтилен немесе арнайы

шыны ыдыстар пайдаланылды. Үлгі алуға арналған арнайы ыдыстарды үлгі алынатын жердің суымен 3 рет шайып, су үлгісін алынды. Қосалқы факторлардың әсерін кеміту үшін суды көлдің ортасынан немесе жағадан 1,5-2 метрден алынды.

Көлемі 1 литр су үлгілері қыздыруға төзімді шыныдан жасалған стакандарға құйылып, электроплитада ыдыс табанында 100 мл ылғал қалғанға дейін қайнатылады. Стакан түбіндегі қалдық 2 мл азот қышқылымен шайылып, пробиркаға құйылады да, 20 минутқа қойылды. Содан соң ыдыс дистилденген сумен 2-3 қайтара шайылып, ерітіндінің жалпы көлемі 10 мл/ге жеткізіледі. Осылайша дайындалған үлгі анализге дайын болып есептеледі.

Ауыр металмен ластанған су ресурсының интегралды ластану индексі анықталды. Төмендегі формула бойынша есептелді.

$$ЛЗИ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

ЛЗИ – ластаушы заттардың индексі;

$C_i$  – заттың концентрация, мг/л

ШРЕК (ПДК) – заттың шектеулі рұқсат етілген концентрациясы, мг/л

Аталмыш көрсеткіш бойынша су сапасы зерттелді.

Тәжірибеге көлемі бір литр ыдысқа тоған суы құйылды, оған су өсімдіктері (*Eichhornia crassipes* мен және *Lemna minor*, *Pistia stratiotes*) салынды. Тәжірибе бір ай мерзімінде жарық бөлмесінде өсірілді. Сандық көрсеткіштер бастапқы және соңғы нәтижелер бойынша есептелді.

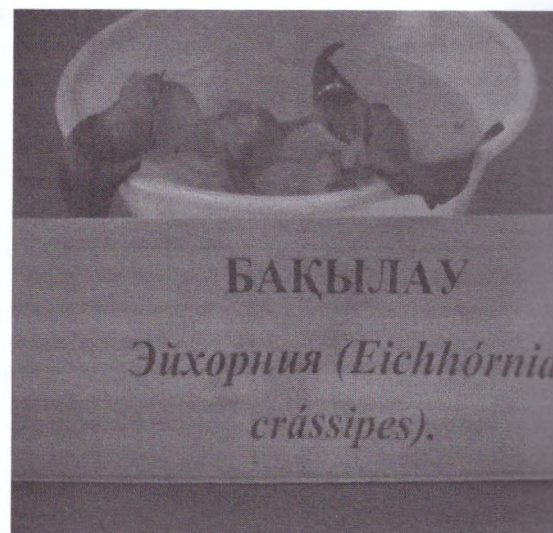
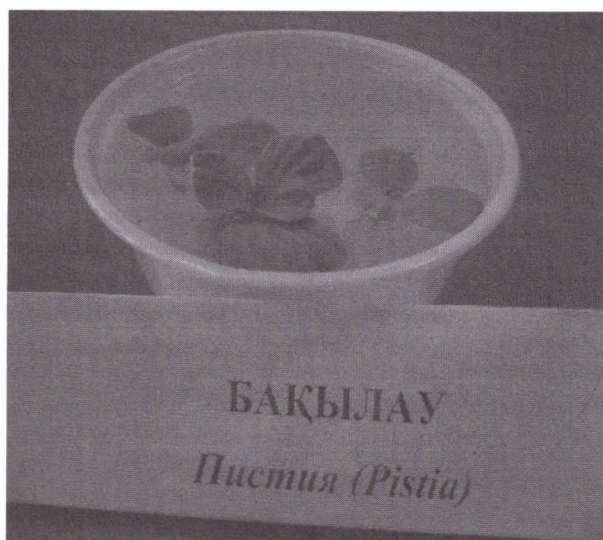
### Зерттеу нәтижелері және оларды тал

Фитоценоз нысаналарын өсіру бар да бақылауда су өсімдіктерінің ылғал сының артуы бойынша мәліметтер бойынша *Juncus effusus* өсімдігі 12 және *Typha latifolia* граммды көрсеткен [5]. Тоған суы бар са бақылаумен салыстырғанда өсімдіктердің массасы артқан. Әсіресе, бұл *Pistia stratiotes* тән. Марганецтің жоғарғы концентрация су өсімдіктерінің (*Pistia stratiotes*, *Lemna minor*) салмағы жалпы өсу қарқындылығы бойынша жоғарылаған. Мысалы кіші балдыршөптің тапқы салмағы  $12,1 \pm 0,9$ . Тәжірибе соңы бір ай мерзімінде тоған суында өсірілген балдыршөптің биомассасы 2 есе артқан.

Судағы металлдарды десорбциялау үр байланысты ортадағы элементтерді (кальций, мырыш, марганец) сіңіру белсенділігі тінші аптада 90% көрсетті (1, 2-суреттер).

Сонымен, тәжірибе бір ай мерзіміндегізілді, негізінде табиғи ортада тоған суы уытты қосылыстардан тазарту үрдісі ұзақ бойы өтеді, сондықтан су өсімдіктері *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* және *Pistia stratiotes* лық жағдайда аталмыш сіңіру белсенділігі есеге артуы мүмкін.

Сонымен моделді фитоценоздағы су өсімдіктері *Lemna minor* және *Pistia stratiotes* биомассасын әр түрлі элементтерден тазарту бойынша белсенділіккөрсетті. Аталмыш су өсімдіктері болашақта жасанды биотоған суларын биодеградациялау элементтер, органикалық қосылыстар және металл-дардан тазарту үшін ұсынылады.



1-сурет – Тәжірибеге қойылған *Pistia stratiotes* *Eichhornia crassipes* су өсімдіктері



2-сурет – Тәжірибе соңына дейін өсірілген *Pistia stratiotes* (31 күн арасы)

Алынған нәтиже бойынша Zn, Cu – ауыр металдардың мөлшері ШРЕК-нан төмен көрсетті. Cd – ауыр метал мөлшері 0,26 л, ШРЕК мөлшерінен 260 есе жоғары. Ал, Pb-10 мг/л концентрациясы ШРЕК мөлшерінен 3 төмен екенін көрсетті.

Сонымен, Сорбұлақ көлінің суы кадмий ауыр металының мөлшері жоғары болғандықтан, судың ластану деңгейіне сипаттама беріледі.

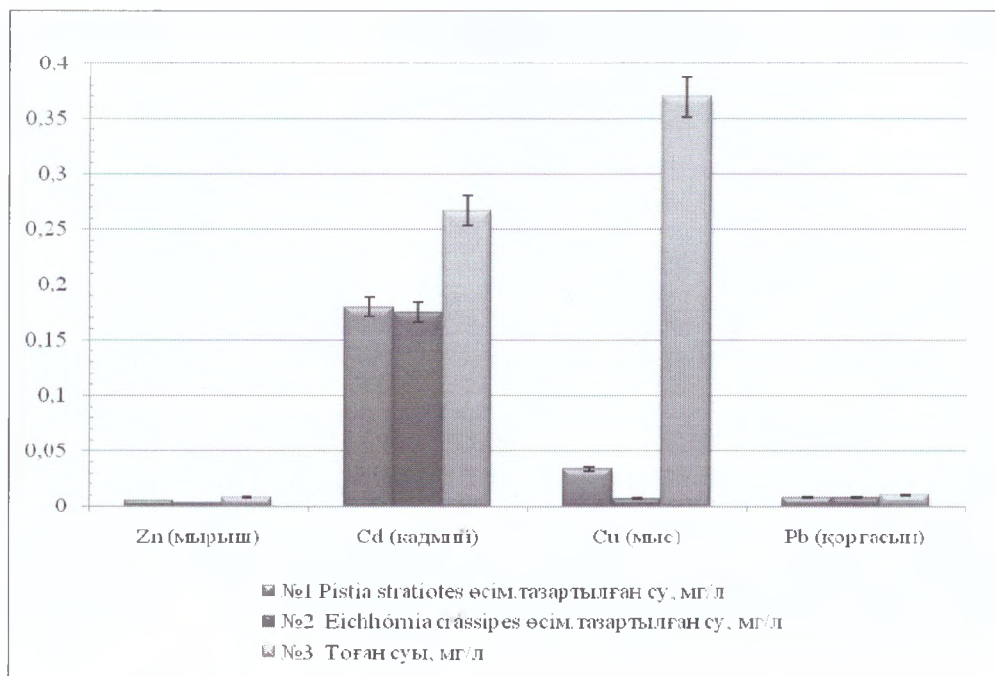
Судың сапасы интегральды сипаттама кестесі бойынша VII класс сәйкес келді.

Кесте – *Eichhornia crassipes* және *Pistia stratiotes* су өсімдіктерімен тазартылған судағы ауыр металдардың құрамы

Үлгі нөмері	Zn, мг/л	Cd мг/л	Cu мг/л	Pb мг/л
<i>Pistia stratiotes</i> өсім.тазартылған су,	0,005±0,001	0,180±0,006	0,034±0,026	0,008±0,03
<i>Eichhornia crassipes</i> өсім.тазартылған су	0,003±0,001	0,175±0,007	0,007±0,002	0,008±0,004
Тоған суы	0,008±0,003	0,267±0,009	0,37±0,25	0,010±0,06

Алынған нәтижелер бойынша су өсімдіктерімен тазартылған судың құрамындағы ауыр металдар концентрациясын, тоған суы құрамындағы ауыр метал мөлшерімен салыстырған жағдайда, су өсімдіктері гипперакумулятор ретінде қысқарту нәтиже көрсетті (1-кесте). Мұндағы, *Pistia stratiotes* өсімдігі Zn ауыр метал концентрациясын 1,4 есе, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 2,5 есеге

тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі Cd ауыр метал концентрациясын 1,4 есе, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 1,5 есеге тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі Cu ауыр метал концентрациясын 1,2 есе, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 2,5 есеге тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі Pb ауыр метал концентрациясын 1,2 есе, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 1,2 есеге тазартқанын көрсетті (3-сурет).



3-сурет – *Eichhornia crassipes* және *Pistia stratiotes* су өсімдіктерімен тазартылған судың құрамы

2-кесте – *Eichhornia crassipes* және *Pistia stratiotes* су өсімдіктерімен тазартылған судың тиімділігі, %

Үлгі нөмері	Zn (мырыш)	Cd (кадмий)	Cu (мыс)	Pb (қорғасын)
№1 <i>Pistia stratiotes</i> өсім. тазартылған су, %	94	63	90	20
№2 <i>Eichhornia crassipes</i> өсім. тазартылған су, %	96	63	98	20

2-кестеде көрсетілгендей, *Pistia stratiotes* өсімдігі Zn ауыр метал концентрация мөлшерін 94%, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 96% тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі мен *Eichhornia crassipes* су өсімдігі бірдей 63% тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі Cu ауыр метал концентрациясын 90%, ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 98% тазартқанын көрсетіп отыр. *Pistia stratiotes* өсімдігі мен *Eichhornia crassipes* су өсімдіктері 20%-ға тазартты. Сонымен алынған нәтиже бойынша Zn, Cu- ауыр металдардың мөлшері ШРЕК-нан төмен көрсеткішті көрсетті. Cd – ауыр метал мөлшері 0,26 мг/л, ШРЕК мөлшерінен 260 есе жоғары. Ал, Pb-0,010 мг/л концентрациясы ШРЕК мөлшерінен 3 есе төмен екенін көрсетті. Сонымен, тоған суында кадмий ауыр металының мөлшері жоғары болғандықтан, судың ластану деңгейіне сипаттама беріледі. Яғни, ауыр металмен ластанған су ресурсының интегралды ластану индексі анықталды. Судың сапасы интегралды сипаттама кестесі бойынша VII класс сәйкес келді. Тоған суының ластану деңгейі өте

жоғары екенін көрсетті. *Pistia stratiotes* өсімдігі Zn ауыр метал концентрация мөлшерін 94% ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 96% тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі мен *Eichhornia crassipes* су өсімдігі бірдей 63% тазартты. *Pistia stratiotes* өсімдігі Cu ауыр метал концентрациясын 90% ал *Eichhornia crassipes* су өсімдігі 98% тазартқанын көрсетіп отыр. *Pistia stratiotes* өсімдігі мен *Eichhornia crassipes* су өсімдіктері бірдей 20% тазартты. Тәжірибе қорытындысы бойынша *Pistia stratiotes* мен *Eichhornia crassipes* су өсімдіктерімен тазарту тиімділігі төмен екенін көрсетті. Сонымен қатар Сорбұлақ су қоймасында *Pistia stratiotes* мен *Eichhornia crassipes* су өсімдіктерінің өсу төзімділігіне байланысты, яғни тәжірибе қорытындысы бойынша индекс толлеранттылығы Уилкинс коэффициенті есептеліп, *Eichhornia crassipes* су өсімдігі *Pistia stratiotes* су өсімдігімен салыстырғанда төзімді екенін көрсетті.

Әдебиеттер

- 1 <http://www.rusmet.ru/ecology/articles>
- 2 <http://ecaposelok.narod.ru/eihorn.htm>
- 3 Феник С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б. Механизмы формирования устойчивости к металлам // Усп. совр. биол. – 1995. – Т. 115, № 3. – С. 261-275
- 4 Li Ying-min, Yang Hai-bo, Lü Fu-rong, Zhang Xin-hua. Сорбция Pb<sup>2+</sup> у *Chlorella vulgaris* и механизм биосорбции // Nongye huanjing kexue xuebao = J. Agro-Environ Sci. – 2004. – Vol.23, №4. – С.696-699.
- 5 Ержанарова Г.И. Автореферат.2011г.
- 6 V. Dummee et al. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediments, aquatic plant and histopathological effects on the golden apple snail in Beung Boraphet reservoir, Thailand / Ecotoxicology and Environmental Safety 86 (2012) 204–212
- 7 Методические рекомендации по установлению предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ для водоемов. – М.: ВНИРО, 1986. – 45 с.
- 8 Методическое руководство по биотестированию воды. М., 1991. – 71 с.
- 9 Международный стандарт. Качество воды. Определение угнетения подвижности *Daphnia magna Straus (Crustacea)*. ИСО 6341-82, 1987. – 15 с.
- 10 Wang W. Chromate ions, as a referens toxicant for aquatic phytotoxicity tests // Environ. Toxicol. and Chem. – 1987. – Vol. 6, № 12. – P. 953-960.
- 11 Wallen D.G. Adaptation of the growth of the diatom *Fragillaria crotonensis* (Kitton) and the phytoplankton assemblage of lake Eric to chromium // J.Great. Lakes Res.- 1996. – Vol. 22, №1. – P. 55-62.
- 12 Morsi H.,Ebd-El-Monem,Corradi M.G. Toxicity of copper and zinc to two strains of *Scenedesmus acutus* having different sensivity to chromium // Env.and Exp.Bot.-1998. – Vol. 40, № 1. – P. 59-66.

References

- 1 <http://www.rusmet.ru/ecology/articles>
- 2 <http://ecaposelok.narod.ru/eihorn.htm>
- 3 Feniks.I., Trofimyak TB, Blume YB Mechanisms of formation of resistance to metals // Phys. sovr. biol. – 1995. – V. 115, № 3. – S. 261-275
- 4 Li Ying-min, Yang Hai-bo, Lü Fu-rong, Zhang Xin-hua. Сорбция Pb<sup>2+</sup> у *Chlorella vulgaris* и механизм биосорбции // Nongye huanjing kexue xuebao = J. Agro-Environ Sci. – 2004. – Vol.23, №4. – С.696-699.
- 5 Yernazarova GI Avtoreferat.2011g.
- 6 V. Dummee et al. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediments, aquatic plant and histopathological effects on the golden apple snail in Beung Boraphet reservoir, Thailand / Ecotoxicology and Environmental Safety 86 (2012) 204–212
- 7 Guidelines for the establishment of maximum permissible concentrations of pollutants to water bodies. – М.: VNIRO, 1986. – 45 с.
- 8 Methodological Guide Biotesting water. М., 1991. – 71 p.
- 9 International standard. Water quality. Determination of oppression mobility *Daphnia magna Straus (Crustacea)*. ISO 6341-82, 1987 – 15 с.
- 10 Wang W. Chromate ions, as a referens toxicant for aquatic phytotoxicity tests // Environ. Toxicol. and Chem. – 1987. – Vol. 6, № 12. – P. 953-960.
- 11 Wallen D.G. Adaptation of the growth of the diatom *Fragillaria crotonensis* (Kitton) and the phytoplankton assemblage of lake Eric to chromium // J.Great. Lakes Res.- 1996. – Vol. 22, №1. – P. 55-62.
- 12 Morsi H.,Ebd-El-Monem,Corradi M.G. Toxicity of copper and zinc to two strains of *Scenedesmus acutus* having different sensivity to chromium // Env.and Exp.Bot.-1998. – Vol. 40, № 1. – P. 59-66.