



Распределение содержания тяжелых металлов в полыни горькой и почве Согдийской области Республики Таджикистан

Н. Н. Умаров

Худжандский государственный университет им. академика Б. Гафурова, г. Худжанд,
Республика Таджикистан, e-mail: nasimchon-74@mail.ru

Поступила в редакцию: 09.02.2022 г; после доработки: 14.04.2022 г.; принята в печать: 21.04.2022 г.

Аннотация – Методом рентгенофлуоресцентного анализа исследована поглощающая способность тяжёлых металлов у полыни горькой, собраной в трех районах Согдийской области Республики Таджикистан. Установлено, что полынь горькая по-разному поглощает тяжёлые металлы (ТМ) в зависимости от вида элементов и мест произрастания. Приводятся рассчитанные коэффициенты биологического поглощения ТМ. Для Zn, MnO, Ni, Pb этот коэффициент значительно больше 1. В связи с этим, полынь горькую можно использовать в качестве растения-фиторемедианта для очистки почв от загрязняющих её ТМ. Определены ТМ, содержание которых больше в почве и ТМ, содержание которых больше в полыни горькой.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, рентгенофлуоресцентный анализ, почва, растения, коэффициент биологического поглощения.

Technologies for elimination of chemical hazards

Content distribution of heavy metals in wormwood and soil of the Sughd region of the Republic of Tajikistan

Nasimchon N. Umarov

Khujand State University named after academician B. Gafurov, Khujand, Republic of Tajikistan,
e-mail: nasimchon-74@mail.ru

Received: February 9, 2022; Revised: April 14, 2022; Accepted: April 21, 2022

Abstract – The absorption capacity of heavy metals inherent in bitter wormwood collected in some areas of the Sughd region of the Republic of Tajikistan was studied by X-ray fluorescence analysis. It has been established that bitter wormwood absorbs heavy metals differently depending on the type of element and the place of growth. The calculated coefficients of biological absorption of HM are given. For Zn, MnO, Ni, Pb, this coefficient is much greater than 1. Heavy metals, the content of which is higher in the soil, and heavy metals, the content of which is higher in wormwood, have been identified. Based on the data obtained, it can be concluded that it is possible to use wormwood as a phytoremediative plant for cleaning the soil from heavy metals polluting it.

Keywords: heave metals, Roentgen-fluorescent analysis, soil, plants, co-efficiency of biological absorption.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что тяжелые металлы (ТМ) присутствуют практически во всех компонентах экосистем и вносят заметный вклад в формирование структуры и свойств биообъектов. Миграция ТМ в окружающей среде и их участие в биохимических процессах в значительной степени зависят от концентрации содержания ТМ в почвах и атмосфере.

Распределение ТМ в экосистеме довольно сложное и зависит от многих факторов. Почва является важнейшей составляющей экосистемы, которая наряду с другими полезными элементами, аккумулирует загрязняющие вещества. При поступлении ТМ в почву выше нормы ее физико-химические свойства заметно изменяются и, как правило, ведут к ухудшению почвенного плодородия [1–4].

Изучение содержания ТМ в растениях позволяет количественно оценить распределение загрязняющих веществ в экосистеме. Поэтому важными объектами исследований являются почва и растения, которые непосредственно участвуют в круговороте ТМ в экосистеме.

Экологическое состояние почв и его влияние на рост и развитие растений описывается большим числом параметров и множеством внутренних взаимосвязей. Важным является также идентификация источников загрязнения на основе количественного мониторинга, что позволяет оценить вклад отдельных источников в загрязнение почв, растений и экосистемы в целом.

Целью настоящей работы является исследование взаимосвязи содержания тяжёлых металлов в почве и в полыни горькой (ПГ) (*Artemisia absinthium* L.) методом рентгенофлуоресцентного анализа для установления возможности использования ПГ в качестве растения-фиторемедианта для очистки почв от загрязняющих её ТМ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Образцы ПГ собраны в трех разных районах Северного Таджикистана. Всего проанализировано 20 проб (10 проб почвы и 10 проб составных частей растений). Данные по местам сбора проб ПГ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Место отбора полыни горькой и пробы почв

Table 1. The place of bitter wormwood selection and soil probe

Место сбора растений и пробы почв	Дата сбора	Координаты местности
Бободжан-Гафуровский район	23.06.2021	С 40° 16' 16.2" В 69° 42' 0.45"
Хвостохранилища Дегмай	20.06.2021	С 40° 13' 35.1" В 69° 38' 9.58"
Аштский район	25.06.2021	С 40° 36' 30" В 70° 13' 20"

Отбор и подготовку проб для анализа проводили в соответствии с нормативными документами [8–10]. Количественное содержание ТМ в составе растений и почв определено методом рентгенофлуоресцентного анализа согласно [3, 11–14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 приведено содержание ТМ в ПГ и почве Бободжан-Гафуровского и Аштского районов, а также хвостохранилища Дегмай.

Таблица 2. Содержание тяжёлых металлов в полыни горькой и пробе почвы (мг/кг)
Table 2. Contents of heavy metals in bitter wormwood and soils probe (mg/kg)

№	ТМ	Концентрация ТМ, мг/кг					
		Бободжан-Гафуровский район		Хвостохранилища Дегмай		Аштский район	
		В почве	В ПГ	В почве	В ПГ	В почве	В ПГ
1	Sr	91,34±0,35	96,68±0,73	85,41±0,22	95,45±0,3	91,06±0,3	94,87±0,9
2	Pb	6,063±0,64	1,37±0,07	12,29±0,89	3,25±0,28	6,469±0,6	35,02±0,8
3	As	50,24±2,65	58,9±2,57	27,65±0,99	19,35±1,6	57,59±2,6	20,11±0,4
4	Zn	32,54±5,80	156,43±5,6	15,96±0,58	316,2±6,7	49,37±5,8	104,04±4,7
5	Cu	55,99±0,25	46,81±0,53	58,14±0,45	47,01±1,9	55,7±0,25	47,53±0,85
6	Ni	8,129±1,04	13,12±0,92	1,94±0,56	17,13±1,2	6,219±1,0	21,75±1,2
7	Co	11,12±1,29	23,11±1,09	17,8±0,74	16,7±0,88	16,44±1,2	26,23±1,8
8	MnO	90,96±0,89	250,06±4,5	86,8±0,87	157,4±4,2	90,2±0,89	209,68±4,4
9	Cr	64,88±1,15	89,78±2,52	64,42±3,5	92,66±3,8	64,52±1,1	80,03±2,5
10	V	16,81±0,56	29,67±1,34	19,24±1,6	20,26±1,2	16,75±0,9	9,80±0,7
11	TiO ₂ *	0,336±0,014	0,33±0,01	0,326±0,01	0,33±0,01	0,35±0,01	0,33±0,02
12	Fe ₂ O ₃ *	1,704±0,02	1,49±0,01	1,82±0,03	1,63±0,03	2,33±0,03	1,39±0,02

*Содержание Fe₂O₃ и TiO₂ измерено в % вес. в связи с высоким содержанием в почве.

Из таблицы 2 можно видеть, что ПГ по-разному поглощает тяжёлые металлы. В рассматриваемых случаях больше всего ПГ поглощает Zn, Ni, Cr и MnO. Это свидетельствует об избирательности поглощения отдельных тяжёлых металлов этим растением. Анализ также показывает, что мышьяк, кобальт и ванадий больше содержатся в ПГ, чем в пробах почв Бободжан-Гафуровского района. Свинец и кобальт больше содержатся в ПГ Аштского района. Для остальных элементов наблюдается слабый захват.

На рисунке 1 в логарифмических координатах изображена линия, точки на которой, соответствуют одинаковому содержанию ТМ, в почве и растениях, например, Sr. Элементов, расположенных выше прямой линии, например, Zn, MnO, Ni и Co больше в ПГ, а элементов, расположенных ниже прямой, например, Pb, As, Cu больше в почве.

На рисунке 2 приведены коэффициенты биологического поглощения тяжёлых металлов (K_6) из почвы полыню горькой для исследованных районов. K_6 рассчитывали согласно нижеприведенной формуле [2, 3]:

$$K_6 = C_p / C_{\text{п}},$$

где C_p – концентрация ТМ в ПГ, $C_{\text{п}}$ – концентрация ТМ в почве.

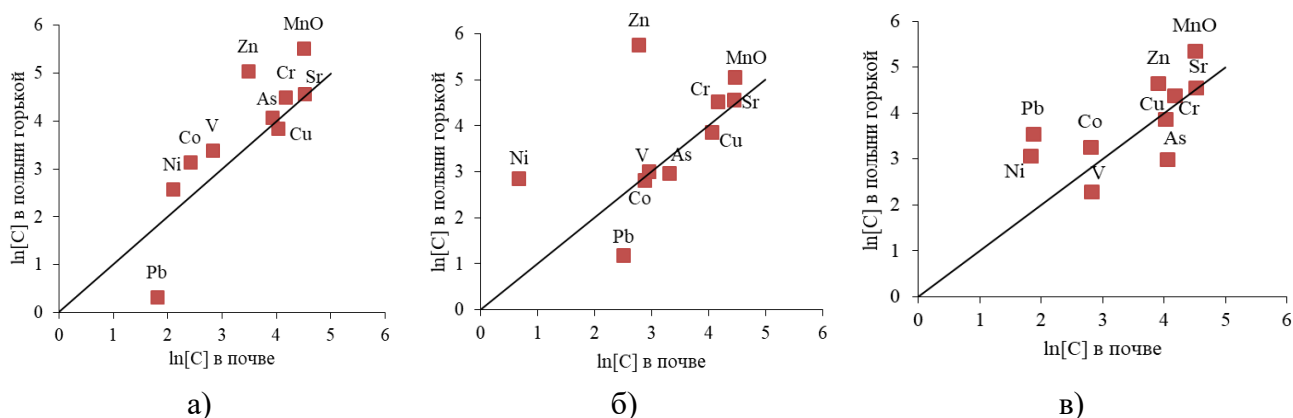


Рис. 1. Содержание элементов и их оксидов в полыни горькой и в почве: а) Бободжан-Гафуровского района, б) хвостохранилища Дегмай, в) Аштского района.

Fig. 1. Contents of elements and their oxides in bitter wormwood in the soils: a) Bobojohn-Gafurov district; b) Deghmo tail-repository; c) Asht district.

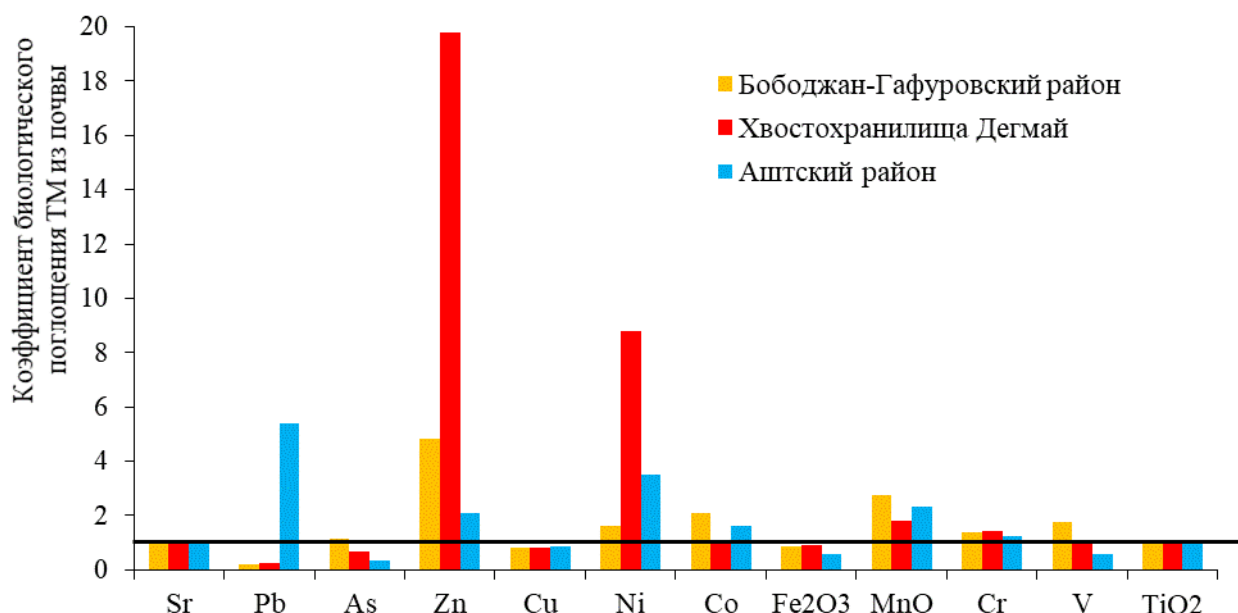


Рис. 2. Коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов из почв полыньёю горькой для исследованных районов.

Fig. 2. Co-efficiency of heavy metals absorption from the soils rich with bitter wormwood for the areas.

Значения $K_b > 1$ показывают степень захвата (поглощения) ТМ растениями. Как видно из рисунка 2, для **цинка, никеля, окиси марганца и хрома** во всех трех районах $K_b > 1$, причем для **цинка** величина K_b достигает максимального значения **19,8** в хвостохранилище Дегмая и **4,81** в Бободжан-Гафуровском районе. Для **никеля** этот показатель также достигает довольно высокого значения **8,8** в хвостохранилище Дегмая.

По остальным ТМ:

- K_b по **свинцу** > 1 только для Аштского района и составляет **5,39**;
- K_b по **ванадию** > 1 только для Бободжан-Гафуровского района и составляет **1,77**;

- K_6 по **кобальту** >1 для Аштского и Бободжан-Гафуровского районов и составляют **1,6** и **2,08** соответственно;

Для **стронция, мышьяка, меди и окислов железа и титана** этот коэффициент меньше или около единицы.

Таким образом, полученные данные показывают, что почва хвостохранилища Дегмая значительно загрязнена цинком и никелем, а почва Аштского района – свинцом, при этом ПГ можно рекомендовать для реабилитации почв в этих районах (очистка от цинка, свинца и никеля).

Как показано в работе [3], в отличие от ПГ растение-фиторемедиант топинамбур обладает слабым захватом этих элементов.

Согдийская область является промышленной областью Таджикистана, поэтому источниками высоких концентраций свинца в почве Аштского района и цинка и никеля в почве хвостохранилища Дегмая может быть работа автотранспорта, а также истирание дорожных покрытий, отходы промышленности и цементного производства, сжигания нефти, угля, пластика, биологических материалов и биомассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Степень поглощения ТМ полынью горькой зависит от мест ее произрастания и природы ТМ.
2. Такие элементы как Zn, MnO, Ni, и Co содержатся преимущественно в ПГ, а Pb, As, Cu – больше в почве.
3. ПГ можно рекомендовать для очистки почв от цинка и никеля во всех трех районах, а свинца только Аштском районе.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST:

The author declares no conflict of interest.

Список литературы:

1. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. (2014). *Тяжелые металлы и растения*. Петрозаводск: Институт биологии Кар. НЦ РАН.
2. Ильин В.Б., Байдина Н.Л., Конарбаева Г.А., Черевко А.С. (2000). Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях Новосибирска // *Агрохимия*, (1), 66–73.
3. Абдуллаев С.Ф., Сафаралиев Н.М., Партоев К. (2019). Исследование биологического поглощения тяжёлых металлов растением-фиторемедиантом – топинамбуром (*Helianthus tuberosus* L.) *Химическая безопасность*, 3(1), 110–117.
<https://doi.org/10.25514/CHS.2019.1.15009>
4. Соколов Э.М., Панарин В.М., Рылеева Е.М. (2008). Антропогенное загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами. *Экология и промышленность России*, (11), 102–106.

5. Дабахов М.В. Титова В.И. (2005). *Экотоксикология и проблемы нормирования*. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
7. ГОСТ Р53218-2008. Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов.
8. Рахматов М.Н., Маслов В.А., Абдуллаев С.Ф. (2019). Распределение тяжёлых металлов в пробах атмосферного аэрозоля Северного Таджикистана. *Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки*, 50(3), 46–57.
9. Умаров Н.Н., Шукуров Т., Абдуллаев С.Ф. (2020). Влияние пестицидов на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику растительных природных соединений. *Экосистемы*, 24, 152–157.
10. Умаров Н.Н., Абдуманонов А., Шукуров Т., Абдуллаев С.Ф. (2021). Влияние содержание тяжёлых металлов на молекулярную динамику функциональных групп структуры хвойных деревьев. *Экосистемы*, 26, 79–83.
11. Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Назаров Б.И. и др. (2015). *Оптика атмосферы и океаны*. 28(2), 143.

References:

1. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. (2014). *Heavy metals and plants*. Petrozavodsk: Institute of Biology Kar. SC RAS. (in Russ.).
2. Ilyin V.B., Baydina N.L., Konarbaeva G.A., Cherevko A.C. (2000). The content of heavy metals in soils and plants of Novosibirsk // *Agrochemistry*, (1), 66–73 (in Russ.).
3. Abdullaev S.F., Safaraliev N.M., Partoev K. (2019). Investigation of the biological absorption of heavy metals by a phytoremediate plant - Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) *Khimicheskaya Bezopasnost'*, 3(1), 110–117 (in Russ.).
<https://doi.org/10.25514/CHS.2019.1.15009>
4. Sokolov E.M., Panarin V.M., Ryleeva E.M. (2008). Anthropogenic pollution of the environment with heavy metals. *Ecology and Industry of Russia*, (11), 102–106 (in Russ.).
5. Dabahov M.V. Titova V.I. (2005). *Ecotoxicology and problems of regulation*. N. Novgorod: Publishing house of VVAGS (in Russ.).
6. GOST 17.4.4.02-84. Nature Conservation (SSOP). Soils. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis (in Russ.).
7. GOST R53218-2008. Organic fertilizers. Atomic absorption method for determining the content of heavy metals (in Russ.).
8. Rakhmatov M.N., Maslov V.A., Abdullaev S.F. (2019). Distribution of heavy metals in atmospheric aerosol samples from Northern Tajikistan. *Scientific notes of the Khujand State University named after Academician B. Gafurov. Series: Natural and economic sciences*, 50(3), 46–57 (in Russ.).
9. Umarov N.N., Shukurov T., Abdullayev S.F. (2020). The affect of Pesticides upon the Content of Heavy Metals and Molecular Dynamics of Vegetable natural Compounds. *Ekosistemy*, 24, 152–157 (in Russ.).
10. Umarov N.N., Abdumanonov A., Abdullayev S.F., Shukurov T. (2021). Influence of Heavy Metal Content on Molecular Dynamics of Functional Groups of Coniferous Frees Structure. *Ekosistemy*, 26, 79–83 (in Russ.).
11. Abdullaev S.F., Maslov V.A., Nazarov B.I. et al. (2015). *Optics of atmosphere and ocean*. 28(3), 246 (in Russ.).