

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В *SANGUISORBA OFFICINALIS* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА НАРУШЕННЫХ УГЛЕДОБЫЧЕЙ ЗЕМЛЯХ КУЗБАССА

Егорова Н.О.¹, Неверова О.А.², Егорова И.Н.²

¹ЭКЦ ГУ МВД Россия по Кемеровской области, Кемерово, Россия (650000, Кемерово, ул. Островского,17)

²ФГБУН ИЭЧ СО РАН, Кемерово, Россия (650065, Кемерово, пр. Ленинградский,10), e-mail: nir_kem@mail.ru

Изучены особенности накопления тяжелых металлов (ТМ) и дана гигиеническая оценка растительному сырью *Sanguisorba officinalis* L., произрастающему в условиях породного отвала угольного разреза «Кедровский». В эмбриоземах отвала выявлено низкое содержание биологически активных микроэлементов - Cu и Zn - ниже достаточной обеспеченности почв по Н.К. Крупскому – Г.Н. Александровой. Сравнение содержания ТМ в эмбриоземах отвала с гигиеническими нормативами не выявило их превышения ПДК (ОДК). Установлено, что растительное сырье *Sanguisorba officinalis* L. в количественном отношении больше содержит металлы-биофилы (Fe, Mn, Zn, Cu), причем корневища и корни кровохлебки в большей степени аккумулируют их, чем надземные органы. Расчеты коэффициентов биологической подвижности (Bx) показали, что как корни, корневища, так и трава кровохлебки в большей степени поглощают Cu и Zn. Минимальный показатель Bx выявлен для Cd как для корневищ и корней, так и для травы. Анализ значений коэффициентов перехода (Ct) ТМ показал, что наиболее высокую степень транслокации из подземных органов в траву кровохлебки имеют – Pb, Cd и Zn. Минимальная степень перехода ТМ в траву из корней отмечена для Cu. Гигиеническая оценка сырья *Sanguisorba officinalis* L. показала отсутствие превышения ПДК тяжелых металлов, принятых для БАД на растительной основе и находится в пределах регионального фона.

Ключевые слова: *Sanguisorba officinalis* L., тяжелые металлы, гигиеническая оценка, отвалы угольных разрезов

ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN *SANGUISORBA OFFICINALIS* L. GROWING ON THE KUZBASS LANDS DISTURBED BY MINING

Egorova N.O.¹, Neverova O.A.², Egorova I.N.²

¹ECC MC MIA of Russia for Kemerovo region, Kemerovo, Russia (650000, Kemerovo, street Ostrovskogo,17)

²Institute of Human Ecology SB RAS, Kemerovo, Russia(650065, Kemerovo, the Leningrad prospectus,10), e-mail: nir_kem@mail.ru

We have studied the features of heavy metal accumulation and the hygienic assessment of medicinal plants *Sanguisorba officinalis* L. growing on the Kedrovskii coal mine waste dump. We have revealed that embryonic soils of the waste dump contains low level of biologically active trace elements - Cu and Zn - below the sufficient soils supply according to Krupskoj - Alexandrova. The comparison of the heavy metal accumulation in the embryonic soils on the waste dump and the hygienic regulations have not revealed the over limits of the maximum permissible concentration (the approximate permissible concentration). We have established that medicinal plants *Sanguisorba officinalis* L. quantitatively contain biophilia metals (Fe, Mn, Zn, Cu) mostly, what is more, the burnet roots accumulate them more than the grass. The maximum biological absorption (Bx) has revealed that the burnet roots and the grass absorb Cu and Zn mostly. The minimum Bx rate has been discovered for metals transition from roots to grass. The analysis of heavy metal transition coefficient (Ct) has showed the highest degree of Pb, Cd and Zn translocation from the burnet roots to the grass. The minimum degree of heavy metals transition from the roots to the grass has been marked for Cu. The hygienic evaluation of medicinal plants *Sanguisorba officinalis* L. has showed the absence of heavy metal maximum permissible concentration and ranges within the regional background.

Keywords: *Sanguisorba officinalis* L., heavy metals, hygienic assessment, waste dump of coal mine

Одним из перспективных видов сырья для разработки новых препаратов различного фармакологического действия является кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) семейства *Rosaceae*. Корневища и корни кровохлебки лекарственной содержат в своем составе дубильные вещества, галловую и эллаговую кислоты, крахмал, тритерпеновые

сапонины, микроэлементы и др.; применяются как вяжущее средство при желудочно-кишечных заболеваниях (энтероколиты, поносы различной этиологии), как кровоостанавливающее при кровотечениях, для полосканий горла, при лечении стоматитов и гингивитов, в косметологии и т.д. В народной медицине применяют также надземные органы, в частности траву используют при лечении туберкулеза легких и бронхита [2, 7].

На территории Кемеровской области кровохлебка распространена в районах лесной и лесостепной зон, в подпоясе низкогорной тайги. Кроме того, встречается на породных отвалах угольных разрезов Кузбасса, где произрастает преимущественно по лугам. Неглубокое залегание подземных органов облегчает сбор данного сырья [2, 3].

Для оценки возможности использования в медицине лекарственного сырья, произрастающего на техногенно измененных территориях необходимы исследования по их гигиенической безопасности. К важным гигиеническим показателям безопасности лекарственного сырья относят содержание тяжелых металлов (ТМ).

В настоящее время в России содержание ТМ в лекарственном растительном сырье (ЛРС), до сих пор не нормируется, поэтому многие исследователи для гигиенической оценки ЛРС используют показатели, принятые для биологически активных добавок к пище на растительной основе [6]. Представленная работа является продолжением ранее опубликованных исследований по гигиенической оценке лекарственных растений, произрастающих на отвалах угольных разрезов Кузбасса [4, 9, 10].

Исследования, проводимые в данном направлении, позволят оценить принципиальную возможность интродукции и промышленной заготовки ЛРС на отвалах угольных разрезов Кузбасса, позволят расширить номенклатуру заготавливаемого ЛРС в регионе, а также ввести в хозяйственный оборот техногенно нарушенные земли в результате угледобычи.

Цель и методика исследований

Цель настоящей работы – оценка загрязнения тяжелыми металлами лекарственного растительного сырья *Sanguisorba officinalis* L. и сопряженных эмбриоземов, собранных с породного отвала «Южный» угольного разреза «Кедровский».

Общая площадь отвала «Южный» составляет 599,3 га и высотой 58 м., с равнинно-наклонным рельефом. Породы, слагающие отвалы, в основном представлены песчаниками (60%), с большой долей алевролитов (20%) и аргиллитов(15%), суглинками и глинами (5%). Эмбриоземы представлены преимущественно тяжелыми, среднеобеспеченными суглинками (гумус 3,5 %), характеризующимися щелочной реакцией почвенного раствора (рН водной вытяжки 7,1-7,7), низкой обеспеченностью фосфором и азотом (1,7-7,0) и содержанием немного ниже нормы обменного калия (125 мг/кг).

Объектами исследования являлись образцы надземных (трава), подземных (корневища и корни) органов кровохлебки и сопряженные эмбриоземы, собранные с породного отвала «Южный» в вегетационный период 2012-2013 гг.

Заготовку травы кровохлебки проводили во время цветения (июль) подземных органов в период плодоношения (сентябрь) в сухую солнечную погоду, согласно общепринятым правилам. Траву собирали без видимых признаков повреждений. Среднюю пробу готовили методом квартования в соответствии с ГОСТ 24.027.0-80. Сопряженные с растениями эмбриоземы отбирали из корнеобитаемого слоя (А 0-15 см) по общепринятой методике. Лабораторные исследования эмбриоземов и растительных образцов проводили на базе аккредитованного испытательного центра агрохимической службы «Кемеровский».

Элементный анализ образцов эмбриоземов и ЛРС определяли атомно-абсорбционным методом в пламени ацетилен-воздух на спектрофотометре ААС – 30 фирмы Karl Ceis Jena (Германия). Анализировалось содержание Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Fe, Cr. Для экстракции ТМ из почв применяли ацетатно-аммонийный буфер с рН-4,8 при соотношении почва/раствор – 1/10, время экстракции 24 часа. Пробоподготовка растительного сырья проведена методом сухого озоления с последующей экстракцией азотной кислотой разбавленной (1:1), время экстракции 24 часа. Для характеристики доступности химических элементов для растений и степени использования ими подвижных форм содержащихся в эмбриоземах рассчитан коэффициент биологической подвижности (Вх) – отношение концентрации элемента в воздушно-сухой массе органов растения к концентрации подвижных форм элемента в почве. Для характеристики процессов перехода ТМ из корней в надземную часть растений рассчитывали коэффициент перехода (Ст), равный отношению содержания элемента в надземной фитомассе к таковому в корнях.

Анализы выполнены в трехкратной повторности, результаты статистически обработаны с применением программы Statistica 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что исследуемые образцы эмбриоземов отвала характеризуются значительными колебаниями элементного состава (табл. 1). Максимальными значениями характеризуются Mn и Fe (их содержание 103,43 и 56,54 мг/кг соответственно), минимальными – Cd и Cu (0,21 и 0,16 мг/кг соответственно). Обнаружено низкое содержание таких биологически активных микроэлементов, как Cu и Zn – ниже достаточной обеспеченности почв по Н.К. Крупскому – Г.Н. Александровой. Сравнение содержания ТМ в эмбриоземах отвала с гигиеническими нормативами не выявило их превышения ПДК (ОДК) (табл. 1).

*Содержание ТМ в эмбриоземах и растительном сырье Sanguisorba officinalis L.,
собранных с породных отвалов угольного разреза «Кедровский»
(средние данные за 2012-2013 гг.)*

Элементы	Содержание элементов, мг/кг					
	Эмбриоземы		Растительное сырье			
	Подвижная форма	ПДК, ОДК* [1,8]	трава	корневища и корни	РФ* [3,5]	ПДК для БАД [6]
Pb	1,92±0,087	6.0	0,61±0,01	0,74±0,06	0,44...1,53	6.0
Cd	0,21±0,003	ОДК 1.0	0,03±0,003	0,04±0,008	0,12...0,28	1.0
Cu	0,16±0,003	3.0	2,86±0,08	12,35±0,29	3,86...14,4	-
Zn	2,08±0,038	23.0	13,08±1,17	17,53±0,61	10,40...8,87	-
Mn	103,43±1,26	140-500	19,87±1,11	33,46±2,40	13,10...31,90	-
Ni	2,63±0,14	4.0	0,91±0,08	1,52±0,02	1,92...5,07	-
Co	0,83±0,03	5.0	0,49±0,09	0,93±0,08	0,84...1,79	-
Fe	56,54±0,72	-	50,21±4,46	61,95±3,78	61,52...81,80	-
Cr	2,04±0,04	6.0	0,61±0,05	0,86±0,05	5,17...11,14	-

Примечания: РФ* – региональный фон (чистая зона), ОДК* - ориентировочно допустимая концентрация.

Экспериментально установлено, что трава, корневища и корни кровохлебки в большей степени аккумулируют металлы-биофиллы – Fe (61,95 мг/кг для корневищ и корней, 50,21 мг/кг для травы), Mn (33,46 мг/кг для корневищ и корней, 19,87 мг/кг для травы), Zn (17,53 мг/кг для корневищ и корней, 13,08 мг/кг для травы) и Cu (12,35 мг/кг для корневищ и корней, 2,86 мг/кг для травы) (табл.1). Сходные результаты были получены для фитомассы *Taraxacum officinale* Web. и *Hippophae rhamnoides* L., произрастающих на отвалах угольного разреза «Кедровский» [9, 10].

Повышенная потребность растений в металлах-биофилах, очевидно, связана с их участием в жизненно важных биохимических процессах, обуславливающих нормальный рост и развитие. Следует также отметить, что корневища и корни кровохлебки в большей степени аккумулируют металлы-биофиллы, чем ее надземные органы. Содержание остальных элементов, как в подземных, так и в надземных органах кровохлебки, находится в близких пределах (табл. 1), при этом минимальное количество характерно для Cd (0,03 и 0,04 мг/кг).

Расчеты коэффициентов биологической подвижности показали, что как корни, корневища, так и трава кровохлебки в большей степени поглощают Cu и Zn. Коэффициент биологической подвижности (Вх) Cu и Zn в корнях и корневищах – 77,19 и 8,43, в траве –

17,87 и 6,29 соответственно. Минимальный показатель Вх выявлен для Cd – 0,19 для корневищ и корней и 0,14 для травы (рис. 1).

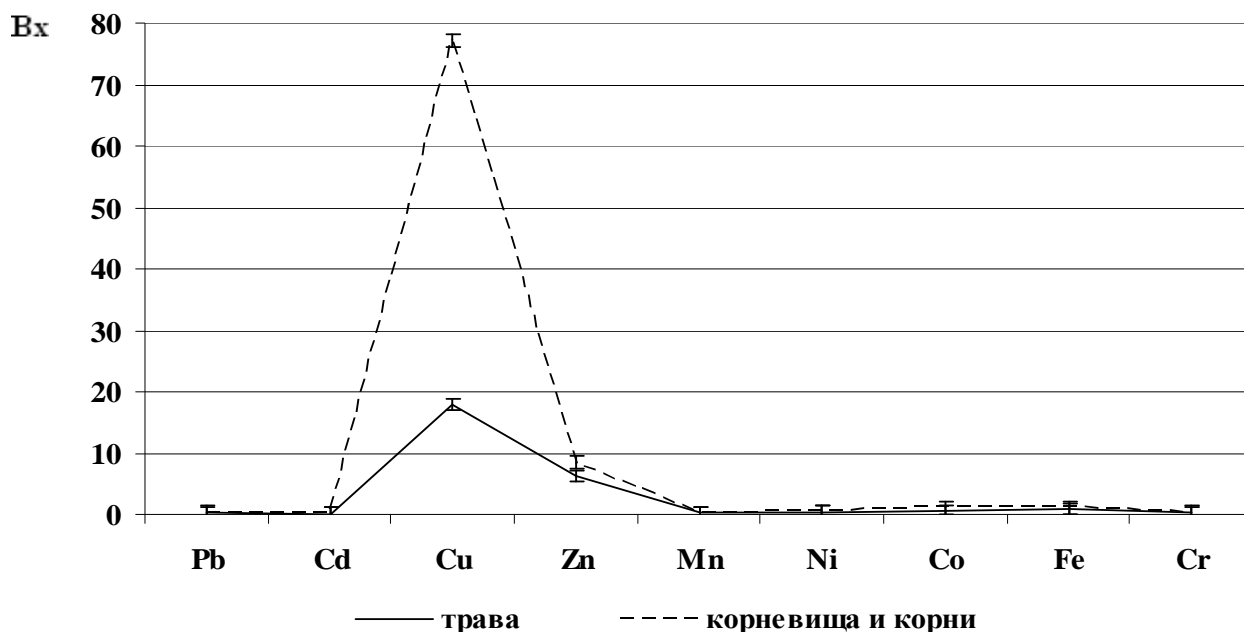


Рис. 1. Коэффициент биологической подвижности (Вх) для травы и корневищ и корней *Sangisorba officinalis* L.

В зависимости от значения Вх элементы могут быть расположены в следующем порядке: для травы – Cu>Zn>Fe>Co>Ni>Pb>Cr>Mn>Cd; для корневищ и корней – Cu>Zn>Co>Fe>Ni>Cr>Pb>Mn>Cd.

Анализ значений коэффициентов перехода (Ст) ТМ показал, что наиболее высокую степень транслокации из подземных органов в траву кровохлебки имеют – Pb (Ст 0,82), Fe (Ст 0,81), Cd и Zn(Ст 0,75). Минимальная степень перехода ТМ в траву из корней отмечена для Cu(Ст 0,23) (рис. 2).

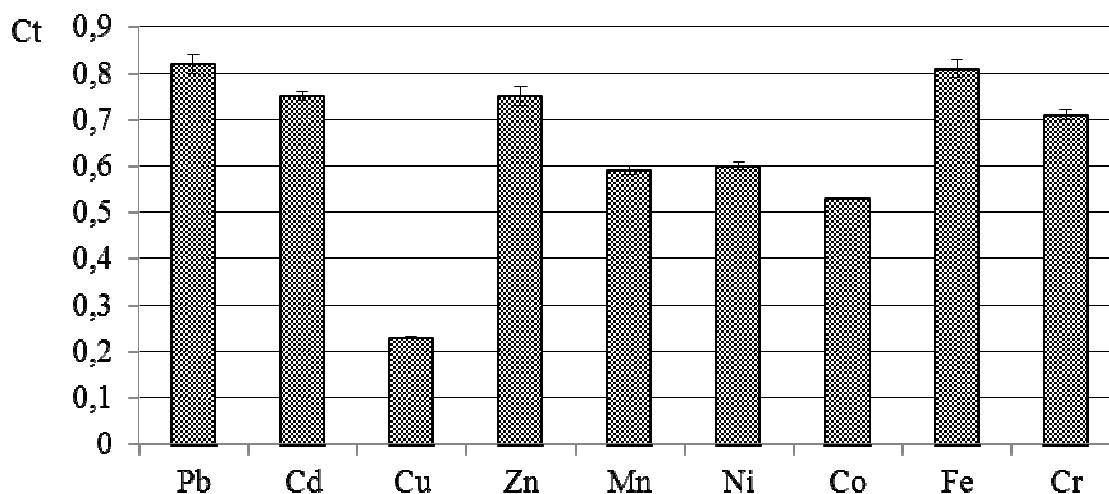


Рис. 2. Коэффициенты перехода (Ст) ТМ из подземных органов в траву *Sangisorba officinalis* L.

Несмотря на особенности поглощения ТМ и степень их транслокации в надземные органы, гигиеническая оценка корней, корневищ и травы *Sanguisorba officinalis* L. показала отсутствие превышения тяжелыми металлами ПДК, принятых для БАД на растительной основе и находящихся в пределах регионального фона (табл. 1). Поэтому данное лекарственное растительное сырье не представляет опасности для здоровья человека по данному экотоксиканту.

Заключение

Экспериментально установлено, что эмбриоземы отвала «Южный», угольного разреза «Кедровский» характеризуются значительными колебаниями элементного состава. Максимальными значениями характеризуются Mn и Fe (их содержание 103,43 и 56,54 мг/кг соответственно), минимальными – Cd и Cu (0,21 и 0,16 мг/кг соответственно). Обнаружено низкое содержание таких биологически активных микроэлементов, как Cu и Zn – ниже достаточной обеспеченности почв по Н.К. Крупскому – Г.Н. Александровой. Сравнение содержания ТМ в эмбриоземах отвала с гигиеническими нормативами не выявило их превышения ПДК (ОДК).

Выявлено, что в сырье кровохлебки в большей степени аккумулируются металлы-биофиллы – Fe, Mn, Zn и Cu, причем преимущественно в корнях и корневище (61,95...12,35 мг/кг). Расчеты коэффициентов биологической подвижности (Вх) показали, что как корни, корневища, так и трава кровохлебки в большей степени поглощают Cu и Zn (77,19...6,29). Минимальный показатель Вх выявлен для Cd (0,19...0,14 – для корневищ, корней и травы). Анализ значений коэффициентов перехода (Сt) ТМ показал, что наиболее высокую степень транслокации из подземных органов в траву кровохлебки имеют – Pb, Fe, Cd и Zn (Сt 0,82...0,75). Минимальная степень перехода ТМ в траву из корней отмечена для Cu (Сt 0,23).

Гигиеническая оценка содержания ТМ в лекарственном растительном сырье *Sanguisorba officinalis* L., произрастающем на породном отвале «Южный» угольного разреза «Кедровский», не выявила превышения допустимых уровней согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 и находится в пределах регионального фона.

Однако для возможности использования *Sanguisorba officinalis* L., собранных с отвалов в качестве лекарственного сырья, необходимы исследования по содержанию радионуклидов и соответствию нормативам товароведных характеристик – влажности, зольности, биологически активных веществ.

Список литературы

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М., 2006.
2. Егорова И.Н. Перспективы комплексного использования кровохлебки лекарственной // Новые достижения в создании лекарственных средств растительного происхождения: материалы Всерос. науч.- практич. конф. – Томск. 2006. – С. 117-118.
3. Егорова И.Н. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в сырьевых лекарственных растениях Кемеровской области: дис....канд. биол. наук. – Томск, 2010. – 221 с.
4. Егорова И.Н., Неверова О.А. Эколого-гигиеническая оценка *Tussilago farfara* L., произрастающей на породном отвале угольного разреза «Кедровский» //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург. – 2012. - №6 (38). – С. 241-243.
5. Попов А.И. Изучение влияния антропогенных факторов на элементный состав и ресурсы лекарственных растений Кемеровской области и республики Тывы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1995. – 460 с.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Минздрав России. 2002. – 74 с.
7. Фитотерапия: Учебное пособие для студентов высш. мед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 304 с.
8. Чуджиян Х., Кирвета С. И др. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Экологическая кооперация. – Вып. 1. – Братислава, 1988. – С. 5-24.
9. Irina Nikolaevna Egorova and Olga Alexandrovna Neverova. Heavy Metal Concentration in the Herbal Medicinal Products of *Hippophae Rhamnoides* L. Which Grows on Refuse Dumps of the Kuznetsk Coal Basin Surface Mines. World Applied Sciences Journal 27 (Education, Law, Economics, Language and Communication): 497-500, 2013.
10. Olga A. Neverova and Irina N. Egorova. Assessment of Heavy Metal Pollution of Medicinal Plants *Taraxacum Officinale* Web. Growing in the Kuznetsk Basin Areas Affected by Coal Production. World Applied Sciences Journal 23 (5): 650-655, 2013.

Рецензенты:

Куприянов А.Н., д.б.н., профессор, зав. отделом «Кузбасский ботанический сад» ФГБУН ИЭЧ СО РАН, г. Кемерово.

Еремеева Н.И., д.б.н., профессор кафедры зоологии и экологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово.