

элементов, которые необходимы для нашего организма. Далган является источником не только белков, углеводов и липидов в сбалансированном соотношении, но и также витаминно-минерального комплекса.

#### **Библиографический список**

1. Шульбаева М.Т. Разработка и исследование молочно-белковых паст с учетом национальных традиций Республики Хакасия: Автореф. дисс. ...канд. техн. наук.- Кемерово, 2002. 16 с.
2. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементозы в медицине. 2001. № 2 (1). С. 2–5.
3. Губский Ю.И. Биологическая химия. К.: Укрмедкнига, 2000. 200 с.
4. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А. Иммунофармакология микроэлементов. М.: Изд-во КМК, 2000. 537 с.

**Ооржак Урана Спартаковна** – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры химии Тувинского государственного университета, г. Кызыл.

**Urana Oorzhak** – Candidate of Biology (equivalent to Ph.D.), Senior Lecturer in the Chemistry Department, Tuvan State University, Kyzyl.

**Сайбу Айдынмаа Алексеевна** – студентка 5 курса естественно-географического факультета Тувинского государственного университета, г. Кызыл.

**Aidynmaa Saibu** – Fifth-year undergraduate student in the Department of Natural Geography, Tuvan State University, Kyzyl.

УДК: 574.4

### **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ ХЕМЧИКСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

*Очур-оол А.О., Ондар С.О., Ондар У.В., Шыырапай У.В., Лосев В.Н.,  
Хомушкы Б.Г., Чамбал И.В.*

*Тувинский государственный университет, Кызыл;  
Сибирский Федеральный университет, Красноярск*

### **THE HEAVY METAL CONTENT IN SOIL AND PLANTS KHEMCHIK HOLLOW**

*A.O. Ochur-ool, S.O. Ondar, U.V. Ondar, U.V. Shyyrapai, V.N. Losev,  
B.G. Khomushku, I.V. Chambal*

*Tuvan State University, Kyzyl  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Проведена оценка содержания тяжелых металлов (ТМ) в почвах и растениях Хемчикской котловины (Западная Тува). Установлено, что накопление экотоксикантов в данных почвах идет в сторону превышения их



фоновых значений и предельно допустимых концентраций в несколько раз. При этом максимальные показатели концентрации элементов характерны для почв, подверженных влиянию техногенной нагрузки. Накопление тяжелых металлов в растениях незначительны и их концентрации находятся на нормальном уровне. Анализ коэффициента биологического накопления ( $K_b$ ) растительности показал, что способность к депонированию рассматриваемых тяжелых металлов невелика. Рассчитанное по полученным данным  $K_b$  в несколько раз меньше довольно высоких глобальных значений, что указывает на низкую интенсивность их биологического поглощения растениями в данных условиях.

The article presents an assessment of heavy metals in soils and plants of the Khemchik River basin (western Tuva). The accumulation of toxicants in these soils exceeds their background values and maximum permissible concentrations by several times. The highest concentrations of elements found are characteristic of soils that have been exposed to the influence of technological and industrial development. The accumulation of heavy metals in plants is insignificant, and their concentrations are at normal levels. Analysis of the bioaccumulation coefficient of plants showed that the capacity for heavy metals to be deposited in vegetation is small. On the basis of the data obtained, it can be said that the bioaccumulation coefficient is several times lower than global values that are considered high, which indicates that the biological uptake of heavy metals by plants in these conditions is of low intensity.

**Key words:** Heavy metals, soils, plants, Khemchik basin, Republic of Tuva, biological absorption coefficient, background content.

Одной из важнейших проблем экологии является исследование химического элементного состава растений в условиях различных экосистем [1], сформировавшихся под действием как природных, так и антропогенных факторов. Растения являются важнейшим промежуточным звеном, через которое химические элементы переходят из почвы, воды и воздуха в организм животных и человека. Поэтому в условиях постоянного антропогенного загрязнения окружающей среды возможно включение целого ряда химических элементов в пищевую цепь человека, что представляет потенциальную опасность для здоровья.

Химический состав растений разных групп различен и может использоваться в качестве систематического признака. При фоновом содержании химических элементов в среде обитания специфичность их аккумуляции растениями определяется ландшафтно-геохимическими условиями и проявляется не на уровне вида, а на уровне более крупных форм растений, соответствующих жизненной форме [2].

**Материалы и методы.** Объектом исследований стали почвы Хемчикской котловины (Западная Тува) и произрастающие на них дикорастущие растения, в которых определялось валовое содержание следующих тяжелых металлов - Mn, Pb и Ni. На указанной территории для исследования были выбраны точки, как удаленные от промышленных предприятий или испытывающие минимальную

антропогенную нагрузку (фоновые), так и находящиеся в зоне техногенного пресса (район падения отделяющихся частей ракетносителей и зона воздействия горно-обогатительного комбината «Туваасбест»). В каждом пункте закладывались учетные площадки размером 10x10 м<sup>2</sup>, проводилось геоботаническое описание фитоценозов и отбиралась наземная часть растительности. Растительные ассоциации выделялись по преобладающей биоморфе основных ярусов (подъярусов) с учетом всего флористического состава.

Почвы котловины представляют собой сочетание маломощных супесчаных, реже легкосуглинистых, более или менее хрящеватых каштановых и светло-каштановых почв с малоразвитыми валунно-галечниковыми, едва задернованными наносами. Почвенный покров равнинных территорий и надпойменных террас (аккумулятивных зон) более однороден. Преимущественное распространение имеют каштановые супесчаные почвы средней мощности и маломощные, ближе к горам, по мере повышения поверхности, становятся более гумусными, темными; вместе с тем они перемежаются с малоразвитыми щелнистыми горными каштановыми почвами и частыми выходами на поверхность плотных пород. Более высокие части долин характеризуются темнокаштановыми почвами и даже черноземами. Вообще, почвы каштанового ряда являются зональными в аридных котловинах [3].

Почвообразующей породой на хребтах служит суглинистый элювио-делювий, представленный отложениями легкого механического состава, содержащий много щебня и обломков плотных пород.

Определение содержания химических элементов проводилось Центром коллективного пользования Сибирского федерального университета, согласно строго регламентированным нормативным документам (ПНДФ 16.1.2.2.2.3.36-02; РД 52.18.289-90 и другие).

**Результаты и обсуждение.** Данные содержания тяжелых металлов в изученных объектах окружающей среды приведены в таблице 1. Для сравнения были использованы кларки в осадочных породах и почвах по А.П. Виноградову и в растительности по В.В. Добровольскому [1, 4]. Установлено, что глобальные средние величины концентрации химических элементов в почве и растительности не могут быть точно установлены [1, 5], так как они определяются многими факторами, главными из которых являются фракционная неоднородность и разность типов почв.

Оценить уровень химического загрязнения почв можно коэффициентом концентрации, который рассчитывается как отношение реального содержания элемента в почве к его фоновому содержанию [6].

Определение содержания тяжелых металлов в почвах Хемчикской котловины установило, что средняя величина накопления Mn, Pb и Ni превышает фоновые значения таковых в 1,7; 1,2 и 5,9 раза соответственно (табл. 1), что позволяет отнести эти почвы к умеренно загрязненным.

Превышение нормативных ПДК у марганца и свинца не выявлено. Для никеля ПДК валовых форм не установлено, поэтому для сравнения нами был взят кларк элемента. Превышение концентрации этого элемента от кларка в



среднем составило 22 раза. Оценка степени загрязнения ( $H_c = C_{пр}/ПДК$ ) показала, что изученные почвы не являются загрязненными по Mn и Pb.

Таблица 1

**Средние величины накопления тяжелых металлов  
в почвах Хемчикской котловины**

Зоны воздействия техногенной нагрузки	Mn	Pb	Ni
	мг/кг		
Зона падения отделяющихся частей ракетопосителей	810±243	18,6±4,3	60±20
Зона воздействия горно-обогатительного комбината «Туваасбест»	760±228	5,9±1,4	770±262
Контрольная зона (территории, не подверженные или мало подверженные влиянию техногенной нагрузки)	220±66	13,3±3,1	20±7
Фоновые содержания ТМ в почвах котловины	416	13,3	23
Кларки в почвах (по Виноградову)	850	10	40
Нормативные ПДК	1500	32	—*

\* - для никеля ПДК валовых форм не установлено

Повышенное содержание рассматриваемых тяжелых металлов в почвах может быть объяснено с большей вероятностью влиянием техногенных факторов, но с учетом влияния природных, в частности подстилающих почву пород [4].

Нами установлено, что максимальные концентрации представленных ТМ выявлены в районе падения отделяющихся частей ракетопосителей (РП ОЧРН). Это, по-видимому, обусловлено тем, что на данной территории при падении частей ракетопосителей имели место неоднократные аэрозольные переносы тяжелых металлов. Косвенным подтверждением аэрозольного привноса Pb являются данные анализа, проведенного после пуска ракетопосителя в 1997 году, где происходило увеличение содержания некоторых тяжелых металлов в почве до 2-х раз [7].

В зоне действия горно-обогатительного комбината «Туваасбест» установлены близкие значения загрязнения почв с загрязненностью котловины в целом. Соответственно наблюдается и превышение ПДК этих элементов в почвах. Отмечено, что валовое содержание никеля в районе комбината является максимальным по сравнению со всей территорией котловины и составляет 774,5 мг/кг, что выше фона в 34 раза, а его кларка – в 19 раз. Элемент считается серьезным поллютантом, поступающим в окружающую среду с выбросами промышленных предприятий и при сжигании угля и нефти.

Оценивая уровни накопления тяжелых металлов во всех опробованных растительных образцах, были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения ( $K_5$ ) химических элементов растениями (таблица 2), определяемые как отношение реальных концентраций элементов в растении к реальному содержанию этого элемента в соответствующей пробе почвы [1, 4]. Для сравнения в таблице 2 даны глобальные значения  $K_5$  растительности континентов, приведенные в [1].

Таблица 2

**Средние содержания тяжелых металлов в растениях ( $C_{\text{раст}}$ ), мг/кг / коэффициент биологического поглощения ( $K_6$ ) опробованных растений**

Зоны воздействия техногенной нагрузки	Mn	Pb	Ni
	$C_{\text{раст}} / K_6$	$C_{\text{раст}} / K_6$	$C_{\text{раст}} / K_6$
Зона падения отделяющихся частей ракетоносителей	310,65 / 0,39	2,11 / 0,11	42,05 / 0,73
Зона воздействия горно-обогатительного комбината «Туваасбест»	399,12 / 0,5	4,28 / 0,73	22,1 / 0,03
Контрольная зона (территории, не подверженные или мало подверженные влиянию техногенной нагрузки)	105,35 / 0,47	3,14 / 0,24	4,25 / 0,2
Приблизительные нормальные концентрации тяжелых металлов в растениях (по Кабата-Пендиас)	30-300	5-10	0,1-5
Глобальные значения $K_6$ растительности континентов (по Добровольскому)	6,7	3,7	1,5

Установлено, что среднее содержание тяжелых металлов в исследуемых растениях по сравнению с приблизительными нормальными концентрациями таковых варьирует в зависимости от территории сбора, но в целом находится на уровне нормы. Превышение нормальных концентраций в растительных образцах отмечено по никелю, значения которых увеличиваются в несколько раз. В то же время уровень концентрации рассматриваемых металлов в растениях не всегда напрямую коррелирует с содержанием их в соответствующих почвах. Следует иметь в виду, что поглощение химического элемента не всегда и не обязательно сопровождается его накоплением в растении. Это зависит от биологических особенностей растений и многофакторностью процесса накопления этих фитотоксикантов, в зависимости от их доступности и одновременно роли в метаболизме растений [5].

Среднее содержание марганца в растениях варьировало от 105 до 399 мг/кг сухой массы. Для свинца наблюдается меньшая интенсивность накопления растениями в отличие от никеля. Свинец обнаружен в растениях в пределах от 2,11 до 4,28 мг/кг.

Результаты расчета коэффициентов накопления Mn, Pb и Ni биомассой растений показал, что свинец поглощается растениями более интенсивно и коэффициенты накопления изменяется от 0,11 до 0,73, для никеля – от 0,03 до 0,73, а для марганца  $K_6$  находится в пределах 0,4 - 0,5.



Анализ коэффициента биологического накопления растительности показал, что способность к депонированию рассматриваемых тяжелых металлов невелика. Рассчитанное по полученным данным  $K_6$  в несколько раз меньше довольно высоких глобальных значений, что указывает на низкую интенсивность их биологического поглощения растениями в данных условиях.

Таким образом, нами изучено накопление тяжелых металлов в почвах Хемчикской котловины, а также в произрастающих на них растениях. Установлено, что накопление экотоксикантов в данных почвах идет в сторону превышения их фоновых значений и предельно допустимых концентраций в несколько раз. При этом максимальные показатели концентрации элементов характерны для почв, подверженных влиянию техногенной нагрузки. Не следует забывать еще роль транспортного парка, стационарных источников сжигания угля и т.п. в загрязнении почв. Все опробованные растения независимо от места произрастания накапливают токсичные элементы в незначительных количествах, и их концентрации находятся на нормальном уровне. Анализ данных биогеохимического накопления тяжелых металлов показал: в соответствии с количественными характеристиками биологического поглощения, не превышающими известные средние значения для растительности континентов, исследуемые территории избежали антропогенного загрязнения, и основные источники химических элементов там естественного происхождения.

#### **Библиографический список**

1. Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
2. Скарлыгина-Уфимцева М.Д., Черняхов В.Б., Березкина Г.А. Биогеохимические особенности месторождений Южного Урала. Л.: ЛГУ, 1976. 150 с.
3. Природные условия Тувинской Автономной области; труды тувинской компл. экспедиции АН СССР. Вып. 3. М.: АН СССР, 1957. 492 с.
4. Виноградов А. П. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. 336 с.
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
6. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды / под ред. А. Ф. Порядина, А. Д. Хованского. М.: Прибой, 1996. 350 с.
7. Государственный доклад о состоянии окружающей среды / под общ. ред. С. О. Ондар. Кызыл, 2000. 206 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта МО РФ №4.5655.2011.*

**Очур-оол Алдынай Олеговна** – преподаватель кафедры экологии и зоологии Тувинского государственного университета, г. Кызыл, e-mail: [aldyn@mail.ru](mailto:aldyn@mail.ru)

**Aldynai Ochur-ool** – Lecturer, Department of Ecology and Zoology, Tuvan State University, Kyzyl. E-mail: [aldyn@mail.ru](mailto:aldyn@mail.ru).

**Ондар Сергей Октяевич** – доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии Тувинского государственного университета, г. Кызыл, e-mail: [ondar17@yandex.ru](mailto:ondar17@yandex.ru)

**Sergei Ondar** – Doctor of Biology, Professor, Department of General Biology, Tuvan State University, Kyzyl. E-mail: [ondar17@yandex.ru](mailto:ondar17@yandex.ru).

**Ондар Урана Владимировна** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии Тувинского государственного университета, г. Кызыл, e-mail: [nirs.tgu.tuva@mail.ru](mailto:nirs.tgu.tuva@mail.ru)

**Urana Ondar** – Candidate of Chemistry (equivalent to Ph.D.), Assistant Professor, Department of Chemistry, Tuvan State University, Kyzyl. E-mail: [nirs.tgu.tuva@mail.ru](mailto:nirs.tgu.tuva@mail.ru).

**Шыырапай Урана Валерьевна** – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии, физиологии и бжд Тувинского государственного университета, г. Кызыл, e-mail: [nirstgu@mail.ru](mailto:nirstgu@mail.ru)

**Urana Shuyrapai** – Candidate of Biology (equivalent to Ph.D.), Senior Lecturer, Department of Anatomy, Physiology, and Health and Safety, Tuvan State University, Kyzyl. E-mail: [nirstgu@mail.ru](mailto:nirstgu@mail.ru).

**Лосев Владимир Николаевич** – доктор химических наук, профессор, Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, e-mail [losevVN@gmail.ru](mailto:losevVN@gmail.ru)

**Vladimir Losev** – Doctor of Chemistry, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: [losevn@gmail.ru](mailto:losevn@gmail.ru).

**Хомушку Болат Германович** – студент 5 курса естественно – географического факультета Тувинского государственного университета

**Bolot Khomushku** – Fifth-year undergraduate student in the Department of Natural Geography, Tuvan State University, Kyzyl.

**Чамбал Идегел Владимировна** – студентка 5 курса естественно – географического факультета Тувинского государственного университета

**Idegel Chambal** – Fifth-year undergraduate student in the Department of Natural Geography, Tuvan State University, Kyzyl.

УДК 556.314

## АРЖААНЫ ОВИЮРСКОГО КОЖУУНА РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

*Чоксум Ж.Э., Арат-оол Ш.М.*

*Тувинский государственный университет, Кызыл*

## ARZHAANS (MINERAL SPRINGS) OF THE OVUR DISTRICT, REPUBLIC OF TUVA

*Zh.E. Choksum, Sh.M. Arat-ool*

*Tuvan State University, Kyzyl*

Приведены данные по химическому составу водных источников Овиюрского района Республики Тыва по результатам исследования 2007 –