

Тяжелые металлы в почвах Республики Калмыкия по данным за 2018 г.

Heavy Metals in Kalmykia's Soils: a 2018 Survey

Алексей Александрович Булуктаев

(Aleksey A. Buluktaev)¹,

Саглара Сергеевна Хочаева (Saglara S. Khochaeva)²

¹ младший научный сотрудник, Калмыцкий научный центр РАН
(д. 8, ул. им. И. К. Илишкина, 358000 Элиста, Российская Федерация)

*Junior Research Associate, Kalmyk Scientific Center of the RAS
Kalmyk scientific center of the Russian Academy of Sciences, (8
I. K. Ilishkina str., Elista 358000, Russian Federation)
ORCID: 0000-0002-2329-465X. E-mail: buluktaev89@mail.ru*

² младший научный сотрудник, Калмыцкий научный центр РАН
(д. 8, ул. им. И. К. Илишкина, 358000 Элиста, Российская Федерация)

*Junior Research Associate, Kalmyk Scientific Center of the RAS
Kalmyk scientific center of the Russian Academy of Sciences, (8
I. K. Ilishkina str., Elista 358000, Russian Federation)
ORCID: 0000-0002-5287-4741. E-mail: saga.1990@mail.ru*

Аннотация. *Цель.* В данной статье описывается содержание тяжелых металлов в почвах 13 районов Республики Калмыкия и города Элисты за 2018 г. *Методы.* Для изучения содержания тяжелых металлов в почвах Республики Калмыкия образцы почв были отобраны с территории дошкольных образовательных учреждений, селитебной территории, зон рекреаций и лечебно-профилактических учреждений. Определение тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии с пламенной атомизацией на абсорбционном спектрофотометре. *Результаты.* В результате исследования нами были получены следующие данные: содержание ртути и кадмия во всех исследованных почвах не превышает 0,100 мг/кг, высокие концентрации свинца, превышающие 7,000 мг/кг, зафиксированы в почвах Городовиковского,

Кетченеровского и Яшалтинского районов Республики Калмыкия. Относительно высокие концентрации цинка зафиксированы в почвах Яшалтинского района и города Элисты (23,000–32,166 мг/кг), содержание меди в почвах Калмыкии варьирует в широких пределах от 0,000 мг/кг до 6,616 мг/кг. *Выводы.* Доказано, что содержание исследуемых тяжелых металлов в почвах дошкольных образовательных учреждений, лечебно-профилактических учреждений всех районных центров Республики Калмыкия и города Элисты не превышает предельно допустимых концентраций. Необходимо ежегодно проводить мониторинг содержания ряда элементов в почвах Калмыкии, так как их высокие концентрации могут приводить к гибели сельскохозяйственных растений, а также к серьезным заболеваниям живых организмов.

Ключевые слова: Республика Калмыкия, химическое загрязнение, почвенный покров, районы, тяжелые металлы

Благодарности. Исследование проведено в рамках государственной субсидии — проект «Развитие сельских территорий Юга России: комплексный анализ социально-экономический и экологический мониторинг» (№ госрегистрации: АААА–А19-1190111490037-8).

Для цитирования: Булуктаев А. А., Хочаева С. С. Тяжелые металлы в почвах Республики Калмыкия по данным за 2018 г. Полевые исследования. 2019;(Вып. 6): 103–111. DOI: 10.22162/2500-4328-2019-6-103-111.

Abstract. Goals. The article investigates the heavy metal contents of soil samples from 13 districts of Kalmykia and the city of Elista collected in 2018. *Methods.* The study analyzes soils samples collected in territories of pre-school educational institutions, residential and recreational areas, including ones adjacent to healthcare facilities. Heavy metals were identified through the method of atomic absorption spectrophotometry with flame atomization implemented by an absorption spectrophotometer. *Results.* The study attests to that values of mercury and cadmium do not exceed 0,100 ppm, while concentrations of lead over 7,000 ppm have been traced in soils of Gorodovikovsky, Ketchenerovsky, and Yashaltinsky Districts of Kalmykia. Relatively high concentrations of zinc were revealed in soil samples from Yashaltinsky District and the city of Elista (23,000–32,166 ppm), copper contents in Kalmykia's soils to widely vary between 0,000 ppm and 6,616 ppm. *Conclusions.* The paper confirms heavy metal content values of the in-

vestigated soil samples from all the rural municipalities and the city of Elista do not exceed the maximum permissible concentrations. Still, it is urgent to conduct annual monitoring of certain elements in soils of Kalmykia since increases in their concentrations may result in mortality of agricultural plants and major illnesses of living organisms.

Keywords: Republic of Kalmykia, chemical pollution, soil continuum, districts, heavy metals

Acknowledgements. The reported study was funded by government subsidy — project name ‘Development of South Russia’s Rural Territories: Comprehensive Analysis, Socio-Economic and Ecological Monitoring’ (state registration no.: AAAA–A19-1190111490037-8).

For citation: Buluktaev A. A., Khochaeva S. S. Heavy Metals in Kalmykia’s Soils: a 2018 Survey. *Field Studies*. 2019;(Vol. 6):103–111. DOI: 10.22162/2500-4328-2019-6-103-111.

Введение

Настоящая статья является результатом ежегодно проводимого отделом комплексного мониторинга и информационных технологий Калмыцкого научного центра Российской академии наук экологического мониторинга по исследованию динамики изменения ряда тяжелых металлов в почвах всех районных центров Республики Калмыкия (далее — РК) и города Элисты и опирается на ранее проведенные работы [Булуктаев 2018; Булуктаев, Хочаева 2018]. В данной статье проведен анализ содержания тяжелых металлов в почвах Республики Калмыкия за 2018 год.

Источники поступления тяжелых металлов (далее — ТМ) подразделяются на природные и техногенные. К природным относятся выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность, к техногенным — добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, влияние транспорта, удобрения [Алексеев 1987: 54–55].

Необходимо отметить, что почвы являются основной средой, в которую попадают ТМ, в том числе и из атмосферы. Попав в почву, ТМ аккумулируются в ней и очень медленно удаляются за счет процессов выщелачивания, эрозии, а также потребления растениями. Растения усваивают ТМ из почвы и накапливают их в тканях и органах, далее по трофическим цепям металлы попадают

в организм животных и человека, вызывая ряд опасных болезней, в том числе и летальных. Именно поэтому необходимо ежегодно проводить мониторинг содержания ТМ в почвах.

Цель данного исследования заключается в изучении содержания ТМ в почвах всех районных центров РК и г. Элисты. Цель обусловила постановку следующих задач: 1) отбор почвенных образцов; 2) химический анализ почв; 3) установка содержания ТМ в исследуемых почвах и дальнейший анализ.

Материал и методы исследования

Образцы почв отобраны с территории дошкольных образовательных учреждений (далее — ДОУ), зон рекреаций и лечебно-профилактических учреждений (далее — ЛПУ) города Элисты и 13 районов РК. Из тяжелых металлов исследованы наиболее опасные — кадмий, свинец, ртуть, медь и цинк. Определение ТМ (Cd, Zn, Cu, Pb, Hg) проводили методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии с пламенной атомизацией на абсорбционном спектrophотометре ААС–30 с селективными лампами. В таблице 1 представлены нормы содержания ТМ в почвах.

Таблица 1. Нормы содержания ТМ в почвах

| Нормы содержания | Hg | Cd | Pb | Zn | Cu |
|--|-------|------|------|-------|------|
| | мг/кг | | | | |
| ПДК (ОДК) валовое | 2,1 | 1,0 | 30,0 | 100,0 | 55,0 |
| Класс опасности | I | I | I | I | II |
| Кларк по Виноградову | 0,20 | 0,50 | 16,0 | 83,0 | 14,7 |
| В бурых п/п почвах Прикаспийской низменности | 0,15 | — | 16,0 | 16,0 | 1,8 |
| Фоновое содержание в почвах мира | — | 0,5 | 10,0 | 50,0 | 20,0 |

Результаты исследования и их анализ

Результаты валового содержания ТМ в почвах Республики Калмыкия представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание ТМ в почвах Республики Калмыкия

| Место отбора* | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | мг/кг | | | | |
| Городовиковский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 6,483 | 0,000 | 7,533 | 33,000 |
| 2 | 0,000 | 6,466 | 0,000 | 7,966 | 32,166 |
| 3 | 0,000 | 6,616 | 0,000 | 7,600 | 34,333 |
| Ики-Бурульский район | | | | | |
| 1 | 0,100 | 5,300 | 0,000 | 6,600 | 15,933 |
| 2 | 0,100 | 5,233 | 0,000 | 6,466 | 15,833 |
| Кетченеровский район | | | | | |
| 1 | 0,100 | 5,200 | 0,100 | 5,950 | 14,333 |
| 2 | 0,100 | 5,666 | 0,100 | 6,850 | 21,500 |
| 3 | 0,100 | 5,566 | 0,100 | 7,266 | 20,333 |
| Лаганский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,400 | 9,666 |
| 2 | 0,000 | 1,050 | 0,000 | 5,266 | 11,916 |
| Малодербетовский район | | | | | |
| 1 | 0,100 | 5,500 | 0,100 | 6,683 | 20,500 |
| 2 | 0,100 | 5,116 | 0,100 | 6,250 | 17,250 |
| Октябрьский район | | | | | |
| 1 | 0,100 | 5,133 | 0,100 | 6,300 | 14,833 |
| 2 | 0,100 | 5,283 | 0,100 | 6,400 | 15,083 |
| 3 | 0,100 | 5,600 | 0,100 | 6,800 | 20,000 |
| Приютненский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 5,316 | 0,000 | 6,666 | 17,833 |
| 2 | 0,000 | 5,500 | 0,000 | 6,650 | 20,333 |
| Сарпинский район | | | | | |
| 1 | 0,100 | 1,000 | 0,100 | 5,250 | 12,500 |
| 2 | 0,100 | 3,783 | 0,100 | 5,950 | 14,666 |
| Целинный район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 5,350 | 0,000 | 6,800 | 20,666 |
| 2 | 0,000 | 5,333 | 0,000 | 6,666 | 17,666 |
| 3 | 0,000 | 5,233 | 0,000 | 6,383 | 17,000 |
| Черноземельский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,600 | 9,583 |
| 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,783 | 11,000 |

| Юстинский район | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 0,000 | 2,916 | 0,000 | 3,166 | 8,850 |
| 2 | 0,000 | 3,883 | 0,000 | 6,016 | 23,333 |
| Яшалтинский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 6,100 | 0,000 | 7,150 | 30,000 |
| 2 | 0,000 | 6,033 | 0,000 | 7,350 | 32,166 |
| Яшкульский район | | | | | |
| 1 | 0,000 | 4,016 | 0,000 | 6,150 | 15,500 |
| 2 | 0,000 | 5,166 | 0,000 | 6,950 | 21,500 |
| Элиста | | | | | |
| 1 | 0,100 | 5,666 | 0,100 | 6,883 | 26,333 |
| 2 | 0,100 | 4,666 | 0,100 | 6,600 | 23,000 |
| 3 | 0,100 | 5,600 | 0,100 | 6,783 | 26,666 |

*1 — ДОУ (школы и детские сады/ясли), 2 — селитебная территория, 3 — зона рекреаций.

Кадмий. Загрязнение почвы кадмием очень опасное экологическое явление, при попадании данного химического элемента в живые организмы происходит его отравление. Кадмий — кумулятивный яд, т. е. он способен накапливаться в организме и приводить к серьезным заболеваниям, в том числе и онкологическим. Содержание кадмия в почвах Республики Калмыкия не превышает предельно допустимых концентраций и варьирует в пределах от 0,000 до 0,100 мг/кг, причем содержание 0,100 мг/кг зафиксировано в почвах Ики-Бурульского, Кетченеровского, Малодербетовского, Октябрьского, Сарпинского районов и городе Элиста. В почвах Городовиковского, Лаганского, Приютненского, Целинного, Черноземельского, Юстинского, Яшалтинского и Яшкульского районов РК кадмия не обнаружено.

Ртуть, как и кадмий, элемент первого класса опасности, высокие концентрации данного элемента в окружающей среде приводят к серьезным экологическим проблемам. Ртуть — тиоловый яд, нарушающий большинство биологических процессов, происходящих в живых организмах. Содержание ртути в почвах РК не превышает ПДК, максимальное содержание ртути 0,100 мг/кг зафиксировано в почвах Кетченеровского, Малодербетовского, Октябрьского, Сарпинского районов и города Элисты. В почвах

Городовиковского, Ики-Бурульского, Лаганского, Приютненского, Целинного, Черноземельского, Юстинского, Яшалтинского и Яшкульского районов РК ртути не обнаружено.

Медь. Загрязнение почв медью, элементом второго класса опасности, приводит к морфологическим и физиологическим изменениям растений произрастающих на этих почвах, кроме того, попав в организм животных и человека (при использовании таких растений в пищу) избыточное содержание меди может приводить к наследственным заболеваниям. Содержание меди в почвах Калмыкии варьирует в широких пределах от 0,000 мг/кг до 6,616 мг/кг, однако даже максимальные концентрации данного элемента не превышают ПДК. Низкие концентрации меди зафиксированы в почвах Лаганского, Сарпинского, Черноземельского и Юстинского районов Республики Калмыкия, стоит отметить, что недостаток данного элемента также приводит к ряду физиологических изменений в живых организмах. Содержание меди, превышающее 6,000 мг/кг, зафиксировано в почвах Городовиковского и Яшалтинского районов РК, концентрация меди 5,000 мг/кг установлена в почвах Ики-Бурульского, Кетченеровского, Малодербетовского, Октябрьского, Приютненского районов и города Элисты.

Свинец относится к элементам первого класса опасности. Как и большинство ТМ свинец поступает в организм человека и животных с пищей (при поедании плодов и тканей растений, накопивших большое количество свинца). Высокие концентрации свинца в организме животных и человека вызывают обширные патологические изменения в нервной системе, нарушается деятельность сердечно-сосудистой и репродуктивной систем. В почвах РК содержание свинца варьирует от 3,166 мг/кг до 7,966 мг/кг. Высокие концентрации свинца, превышающие 7,000 мг/кг, зафиксированы в почвах Городовиковского, Кетченеровского и Яшалтинского районов РК, относительно высокие концентрации свинца, превышающие 5,000 мг/кг, обнаружены в почвах Ики-Бурульского, Лаганского, Малодербетовского, Октябрьского, Приютненского, Сарпинского, Целинного, Яшкульского районов и города Элисты. Минимальное содержание свинца установлено в почвах Черноземельского и Юстинского районов Республики Калмыкия.

Цинк — элемент первого класса опасности. Высокие концентрации данного тяжелого металла в почве становится причиной того, что замедляется рост и развитие растений. На организм человека повышенное содержание цинка в сельскохозяйственной продукции влияет крайне негативно. При длительном употреблении сельскохозяйственной продукции с повышенным содержанием цинка у человека происходят изменения в работе мозга, печени и поджелудочной железы. Наименьшее содержание цинка зафиксировано в почвах Юстинского района РК — 8,850 мг/кг, наибольшее в почвах Городовиковского района РК — 34,333 мг/кг. Относительно высокие концентрации цинка зафиксированы в почвах Яшалтинского района и города Элисты (23,000–32,166 мг/кг), среднее содержание в почвах Ики-Бурульского, Кетченеровского, Малодербетовского, Октябрьского, Приютненского, Сарпинского, Целинного и Яшалтинского районов (12,500–21,500 мг/кг), низкие концентрации в почвах Лаганского и Черноземельского районов РК (9,583–11,916 мг/кг).

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что содержание ртути, свинца, кадмия, цинка и меди в почвах Республики Калмыкия не превышает предельно допустимых концентраций, однако необходимо отметить, что образцы почв были отобраны только с территорий дошкольных образовательных учреждений, лечебно-профилактических учреждений и зон рекреаций районных центров РК.

Однако если рассматривать изменение содержания ТМ за период с 2015 по 2018 гг., то можно установить незначительное увеличение содержания свинца, цинка и меди в почвах некоторых районных центров РК, и если такая тенденция будет сохраняться, то в ближайшем будущем содержание этих элементов может приблизиться или даже превысить ПДК. Именно по этой причине необходимо ежегодно проводить экологический мониторинг территории Республики Калмыкия.

Литература

- Алексеев 1987 — *Алексеев Ю. В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
- Булуктаев 2018 — *Булуктаев А. А.* Динамика содержания тяжелых металлов в почвах Республики Калмыкия // Полевые исследования. 2018. Вып. 5. С. 90–106.
- Булуктаев, Хочаева 2018 — *Булуктаев А. А., Хочаева С. С.* Экологический мониторинг парагенетических ландшафтов аридных зон Юга России. Научный отчет. Номер государственной регистрации: АААА-А18-118012590162-4. Элиста: [б. и.], 2018. 132 с.