**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ ТУНКИНСКОЙ ДОЛИНЫ**

*Елсукова Е.Ю.1, Кравец А.*

*1Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, Санкт-Петербург*

*e.elsukova@spbu.**ru*

Были изучены почвы Тункинской долины (Республика Бурятия), которая расположена в Байкальской рифтовой зоне и входит в систему межгорных понижений гор Восточного Саяна. На территории Тункинской долины было заложено и описано 14 почвенных разрезов, среди которых определены мерзлотные почвы.

Исследования проводились в 2021 и 2022 гг. Из каждого горизонта почвенного разреза отобраны пробы почвы, в которых определены механический состав, содержание углерода по методу Тюрина, кислотность, подвижные формы тяжелых металлов атомно-эмиссионным методом (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn). Проведена статистическая обработка полученных данных.

Тункинская долина состоит из поверхностей разных типов предгорных наклонных равнин, обширных озерно-болотных низин с крайне затрудненным дренажем, представляющих собой зоны активного современного осадконакопления, аллювиальной террасированной равнины р. Иркут*.* Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями. В ходе проведенных исследований было установлено, что почвы Тункинской долины разнообразны и имеют мозаичное распределение. По почвенному районированию Байкальской Сибири Тункинская котловина входит в Тункинский округ горных почв и почв межгорных котловин южной тайги Среднесибирской лесолуговой провинции с *серыми лесными, луговыми и аллювиально-луговыми* почвами на суглинках, супесях и песках озерного и ледникового происхождения. Основными почвами высокогорья являются *петроземы и литоземы*. Встречаются также *криометаморфические* почвы. В относительно пониженных элементах рельефа формируются *торфяно- криоземы*, содержащие многолетнемерзлые горизонты. В этих почвах наблюдаются процессы криотурбации и оглеения. Разрезы с такими почвами были заложены на террасе реки Тунка, где ее русло представляет собой сеть озер (Койморские озера). В Тункинской долине на почвенный покров оказывает влияние наличие минеральных источников. В процессе передвижения в толще породы и почв эти воды обогащаются газами, радиоактивными веществами и минеральными солями [Черкашина А.А., 2016].

По гранулометрическому составу изученные почвы относятся к супесям, легким и средним суглинкам. Содержание углерода меняется в пределах от 3 до 10%. Изученные почвы характеризуются нейтральной, слабо щелочной, реже средне щелочной реакцией среды. По результатам исследования 2021 г. показатель рН менялся от 7,75-9,20, по результатам 2022 года – от 6,22 до 8,00. Кислотно-щелочные условия сказываются на миграционных способностях химических элементов. Реакция среды преобладающего числа изученных почв, близкая к нейтральной в верхней части профиля и слабо щелочная и средне щелочная – в нижней, что свидетельствует о содержании карбонатов в почвообразующих породах региона. Кроме того, высокие значения рН можно объяснить наличием подземных минеральных источников. Именно нижние горизонты в основном имеют щелочные значение pH. Еще одно объяснение для *торфяно-криоземов* – это наличие криогенного горизонта. Мерзлота долго сохраняется в профиле и служит водоупором, что приводит к насыщению почв основаниями.

По результатам исследования 2021 г. концентрации подвижных форм тяжелых металлов находятся в следующих диапазонах: Ba 12,59-102,9; Cr 0,02-0,72; Cu 0,02-4,74; Fe 7,1-158,9; Mn 3,60-357,5; Ni 0,02-0,79; Zn 0,26-3,69 мг/кг. Концентрации Cd, Pb и V в пробах ниже порога определения.

По результатам исследования 2022 г. концентрации подвижных форм тяжелых металлов представлены в таблице 1. Концентрации подвижных форм тяжелых металлов находятся в следующих диапазонах: Ba 17,54-168,4; Cd 0,06-0,53; Cr 0,11-2,09; Cu 1,95-12,20; Fe 11,99-1124,0; Mn 12,60-296,00; Ni 0,29-2,86; Pb 0,27-2,33; Sr 3,96–102,8; V 0.04-0,84; Zn 0,58-24,20 мг/кг.

Таблица 1. Содержание химических элементов в почвах мг/кг.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ba** | **Cd** | **Cr** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Ni** | **Pb** | **Sr** | **V** | **Zn** |
| Среднее | 67,37 | 0,30 | 0,61 | 3,75 | 167 | 103,9 | 0,99 | 0,77 | 30,91 | 0,15 | 5,19 |
| Min | 17,54 | 0,06 | 0,11 | 1,95 | 12 | 12,6 | 0,29 | 0,27 | 3,96 | 0,04 | 0,58 |
| Max | 168,4 | 0,53 | 2,09 | 12,20 | 1124 | 296 | 2,86 | 2,33 | 102,8 | 0,84 | 24,20 |
| Медиана | 57,00 | 0,34 | 0,52 | 3,45 | 99 | 84,4 | 0,88 | 0,65 | 27,51 | 0,12 | 3,32 |
| ПДК | - | - | 6 | 3 | - | 100 | 4 | 6 | - | 150 | 23 |

Таким образом, содержания подвижных форм изменчивы и зависят от многих факторов, в числе которых количество атмосферных осадков, кислотность осадков и почв и т.д. Содержание подвижных форм микроэлементов, полученные в 2022 году превышают таковые, определенные в 2021. Превышения нормативов ПДК (ОДК) [Гигиенические нормативы…, 2021] наблюдаются по Cu, Mn, Zn.

В криогенных почвах химические элементы концентрируются в средних горизонтах, расположенных над криогенными горизонтами. Концентрации Fe и Mn достигают своих максимумов в верхних горизонтах почвенных разрезов. В *торфяно-криоземах и криоземах грубогумусированных* наблюдается резкое снижение содержания Fe с глубиной. Наибольшее содержание Mn, Ni и Fe наблюдается вблизи озера Ергангинское в *криоземах перегнойных*. В целом, наличие многолетней мерзлоты препятствует миграции. Повышенное содержание химических элементов чаще обнаруживается в почвах тяжелого гранулометрического состава.

Таким образом, изучен химический состав почв Тункинской долины, получены данные о содержании подвижных форм Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn в почвах.

**Благодарности.** Исследование поддержано Санкт-Петербургским Государственным Университетом, ID проекта в системе Pure СПбГУ: 102785083.

Сотрудникам Ресурсного центра Методы анализа состава вещества Научного парка СПбГУ.

1. Белозерцева И. А., Черкашина А. А. Почвы и их использование в Тункинской котловине // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. — 2013. — Т. 18, вып. 3. — С. 945–949.
2. Черкашина А.А. Голубцов В.А. Структура почвенного покрова Тункинской котловины // География и природные ресурсы. – Иркутск, 2016. – С. 130-140.