

*Калдыбаев Б.К., Ибраева К.Б., Бекишова А.Н., Кочорова Н.К.*

**КАРАКОЛ ШААРЫНЫН ТОПУРАКТАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫК  
ЖАНА БИОГЕОХИМИЯЛЫК ЖАКТАН ИЗИЛДӨӨ**

*Калдыбаев Б.К., Ибраева К.Б., Бекишова А.Н., Кочорова Н.К.*

**ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПОЧВ ГОРОДА КАРАКОЛ**

*B. Kaldybaev, K. Ibraeva, A. Bekishova, N. Kochorova*

**ECOLOGICAL AND BIOGEOCHEMICAL RESEARCHES  
OF THE SOILS OF KARAKOL CITY**

УДК: 574.9 (575.2)

*Макалада Каракол шаарынын топурактагы элементтик курамы боюнча жыйынтыктар берилген (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Nb, In, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, As, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Yb, Y, La, P, Be, Sr, Ba, Li, Ta, Th, U, Au, Sc). Контролдук аймактардын басымдуу бөлүгү Ti, Cu, Ag, Zn концентрацияларынын төмөндөшү менен мүнөздөлөрү аныкталган, бул микроэлементтердин азайышы жердин үстүңкү катмарында байкалат. Көчөлөрдүн кесилиштеринде жол кыймылы көп болгон жерлерде контролдук деңгээлге салыштырмалуу коргошундун концентрациясынын көбөйүшү аныкталган, бул анын айлана-чөйрөгө жайылган техногендик булак экендиги көрсөтүп турат.*

**Негизги сөздөр:** топурак, элементтик курамы, курамы, кларк, концентрация, айлана-чөйрө, микроэлементтер.

*В статье представлены результаты элементного состава почв г. Каракол (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Nb, In, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, As, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Yb, Y, La, P, Be, Sr, Ba, Li, Ta, Th, U, Au, Sc). Установлено, что для большинства контрольных участков характерно снижение концентраций Ti, Cu, Ag, Zn, что свидетельствует о процессах выщелачивания данных микроэлементов из верхних горизонтов почвы. На локальных участках пересечения улиц с интенсивным движением автотранспорта характерно увеличение концентраций свинца относительно контрольного уровня, что свидетельствует о техногенных источниках поступления его в окружающую среду.*

**Ключевые слова:** почва, элементный состав, содержание, кларк, концентрация, окружающая среда, микроэлементы.

*In this article was presented the results of the research of the elements' concentration (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Nb, In, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, As, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Yb, Y, La, P, Be, Sr, Ba, Li, Ta, Th, U, Au, Sc) in the soils of Karakol city. It has been established that the vast majority of control areas are characterized by a decrease in the concentration of Ti, Cu, Ag, Zn and were indicated the processes of leaching of these trace elements from the upper soil horizons. Increasing the concentration of the lead was found in places with heavy traffic at street intersections; it is typical relative to the control level and was indicated as a technogenic sources which entries into the environment.*

**Key words:** soil, element concentration, content, clarke, concentration, environment, trace elements.

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам окружающей среды, поступающие из природных и техногенных источников, они в конечном итоге попадают на поверхность почвы, дальнейшая судьба которых зависит от ее физико-хи-

мических свойств. Продолжительность пребывания загрязняющих компонентов в почвах гораздо больше, чем в других объектах биосферы, установлено, что загрязнение почв тяжелыми металлами, приводит к длительному накоплению их в почве, создавая потенциальную опасность для окружающей среды [1].

Исходя из выше изложенного, нами была поставлена цель изучить особенности уровней накопления тяжелых металлов в почвах г. Каракол. Основные результаты были получены в рамках научного проекта Министерства образования и науки Кыргызской Республики: «Экологические аспекты устойчивого развития города Каракол» за 2019-2020 гг. и были дополнены результатами мониторинговых исследований, выполненных в 2022 году.

**Материал и методы исследований.** Согласно литературных данных, для г. Каракол характерен каштановый тип почвы [2]. Нами были выполнены работы по отбору проб почв на 11 контрольных пунктах (КП) в черте г. Каракол. В качестве контроля были использованы показатели элементного состава горнодолинных каштановых почв государственного природного парка «Каракол». Полевые работы, включали в себя измерение географических координат, маркировку проб, фотографирование местности и рабочих процедур на отдельных КП. Определение координат выполнялось на каждом обследуемом пункте с помощью спутникового GPS-приемника. Методом конверта с каждого КП были отобраны объединенные пробы почв с горизонта А (0-20 см), а также был заложен почвенный разрез до глубины 120 см. Отбор проб почв производился согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [3]. Определение тяжелых металлов в пробах почв было проведено методом спектрального анализа в ГП «Центральная лаборатория» при Министерстве природных ресурсов, экологии и технического надзора КР. Для статистической обработки данных использовался пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Численные значения фактора загрязнения CF были вычислены по следующей формуле:  $CF_i = C_i/V_i$ , где  $C_i$  – концентрация химического элемента в исследуемом объекте;  $V_i$  – базовая концентрация (кларк в

## ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

регионе) данного элемента. Шкала CF включает следующую градацию:  $CF < 1$  – отсутствие загрязнения,  $1 < CF \leq 3$  – низкое, умеренное загрязнение,  $3 < CF \leq 6$  – значительное загрязнение,  $6 < CF$  – очень высокое загрязнение [4].

**Результаты и их обсуждение.** Элементный состав почв города Каракол представлен в таблице 1, как видно из результатов, концентрации большинства тяжелых металлов в почвах КП г. Каракол находятся в пределах естественных уровней.

Таблица 1

Элементный состав почв г. Каракол (2022 г., мг/кг)

<b>Mn</b>	<b>Ni</b>	<b>Co</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mo</b>
1200	35	6,5	3500	105	60	5,7
900 - 1500	30 - 40	3 - 7	3000 - 4000	90 - 150	50 - 70	5 - 7
<b>W</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>In</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Ag</b>
<30	135	<12	<5	30	62,5	0,35
	120 - 150			30 - 30	40 - 85	0,3 - 0,4
<b>Sb</b>	<b>Bi</b>	<b>As</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Sn</b>	<b>Ge</b>
<50	<2	<300	30	<30	3,25	<1,2
			30 - 30		2 - 5	
<b>Ga</b>	<b>Yb</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>P</b>	<b>Be</b>	<b>Sr</b>
5	3	30	<120	<2000	<2	200
3 - 7	3 - 3	30 - 30				200 - 200
<b>Ba</b>	<b>Li</b>	<b>Ta</b>	<b>Th</b>	<b>U</b>	<b>Au</b>	<b>Sc</b>
200	1,0	<1,2	<120	<0,5	<5	<20
200 - 200	1,0 - 1,0					

*Примечание:* В числителе среднее значение, в знаменателе предел колебаний

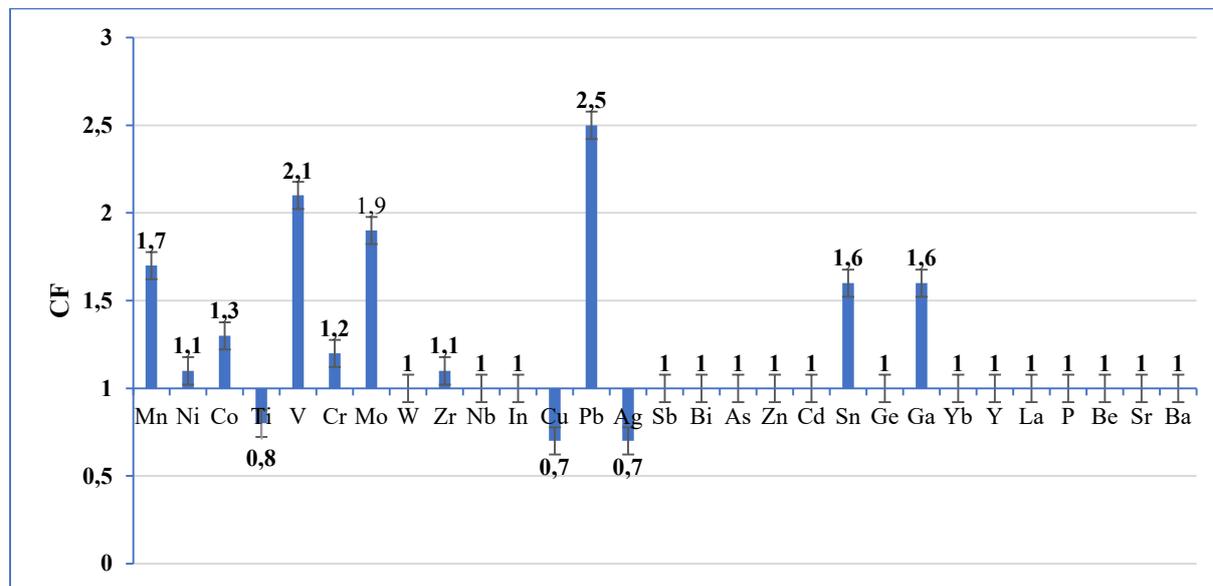


Рис. 1. Средние значения фактора загрязнения (CF).

При сопоставлении результатов мониторинговых исследований, выполненных в 2019, 2020 годах, с результатами 2022 года, для большинства КП г. Каракол установлено снижение концентраций титана, меди, цинка и серебра, что свидетельствует о процессах выщелачивания данных микроэлементов с верхнего горизонта почвы (рис. 2, рис. 3).

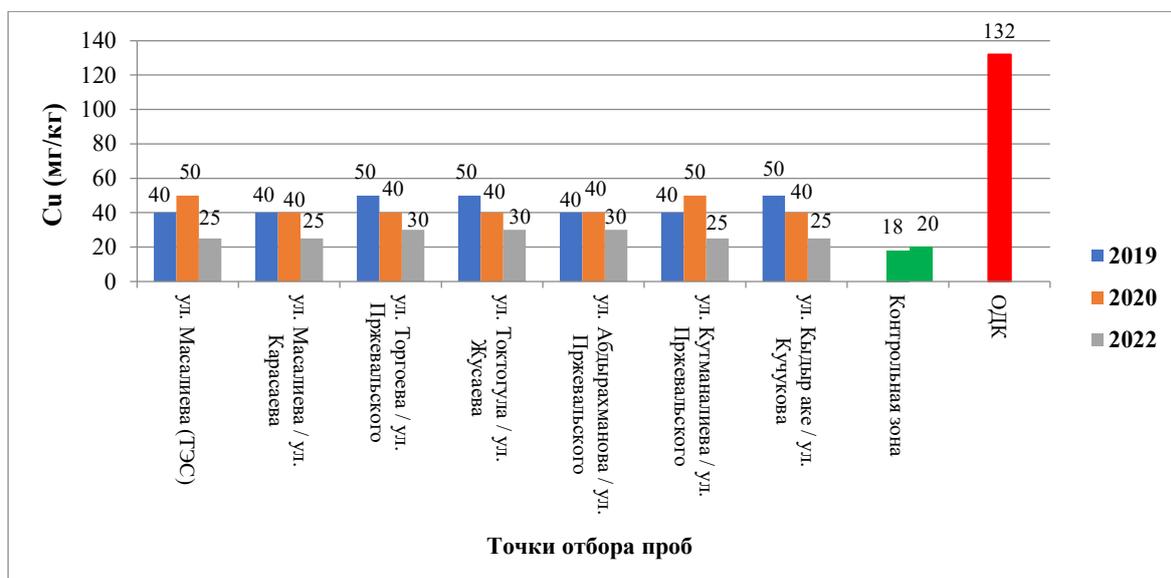


Рис. 2. Содержание меди в почвах г. Каракол (2019, 2020, 2022 гг.)

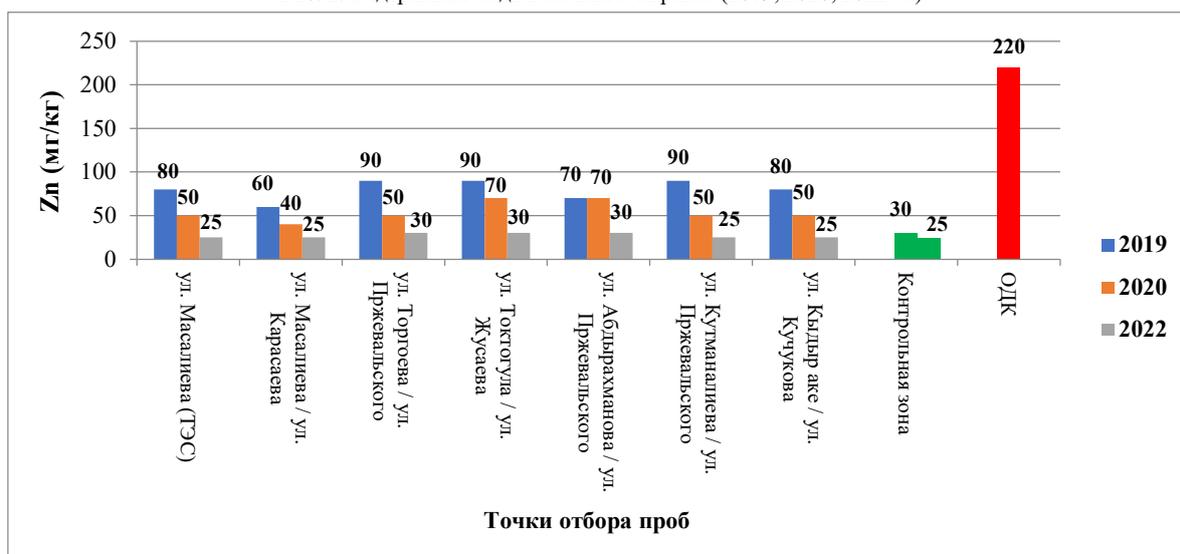


Рис. 3. Содержание цинка в почвах г. Каракол (2019, 2020, 2022 гг.)

Из литературных данных известно, что одним из техногенных источников поступления свинца в окружающую среду является выхлопные газы автомобильного транспорта, работающего на этилированном бензине содержащий присадку тетраэтилсвинец ( $Pb(CH_3CH_2)_4$ ). В конечном итоге свинец попадает на поверхность почвы и может аккумулироваться в ней длительное время [5, 6, 7]. Увеличение количества автотранспортных средств и интенсивности пассажиро- и грузоперевозок в пределах города, способствует большому выбросу выхлопных газов в атмосферный воздух и накоплению свинца в верхних горизонтах почвы. Согласно ряда исследований, проведённых в условиях восточного Прииссыккуля естественный уровень содержания свинца в почве варьирует в пределах 7-40

мг/кг, при среднем значении 23,14 мг/кг [8, 9].

Гигиеническим нормативом для суглинистых почв установлена ОДК - 130 мг/кг [10]. Контрольный уровень содержания свинца составил 20-30 мг/кг. Содержание свинца в почвах г. Каракол варьирует в пределах 40-85 мг/кг. Увеличение концентраций характерно для центральной части города, с интенсивным движением автотранспорта, в частности на пересечении улиц: Токтогула/Жусаева - 85 мг/кг; Абдырахманова / Пржевальского – 80 мг/кг (рис. 2). При закладке почвенного разреза (0-120 см) на территории городского парка «Жениш», установлено что свинец в основном накапливается в верхнем почвенном горизонте, с глубиной его концентрация незначительно уменьшается (табл. 2).

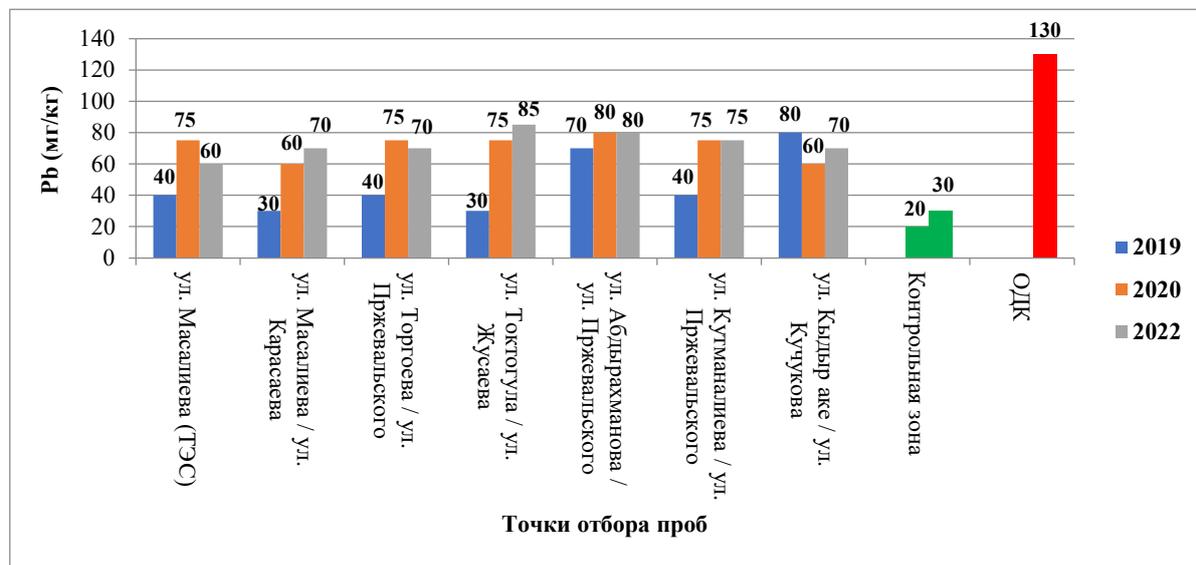


Рис. 4. Содержание свинца в почвах г. Каракол (2019, 2020, 2022 гг.)

Таблица 2

Содержание свинца в почвенном разрезе (0-100 см) городской парк «Жениш»

Глубина (см)	Pb (мг/кг, M±m)
0-20	50±4,5
20-40	50±4,5
40-60	40±3,5
60-80	40±3,5
80-100	40±3,5

### Заключение.

Установлены особенности уровней накопления химических элементов в почвах г. Каракол (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Nb, In, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, As, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Yb, Y, La, P, Be, Sr, Ba, Li, Ta, Th, U, Au, Sc). Для большинства контрольных участков характерно снижение концентраций Ti, Cu, Ag, Zn что свидетельствует о процессах выщелачивания данных микроэлементов из верхних горизонтов почвы. На локальных участках пересечений улиц с интенсивным движением автотранспорта установлено увеличение концентраций свинца относительно контрольного уровня, что свидетельствует о техногенных источниках поступления его в окружающую среду. Содержание свинца в почве не превышает установленных гигиенических нормативов.

### Литература:

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
2. Мамытов А.М. Почвенные ресурсы и вопросы земельного кадастра Кыргызской Республики. - Б.: Кыргызстан, 1996. - 240 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбо-

ра и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. - М.: «Изд-во стандартов», 1985. - 14 с.

4. Алексенко В.А., Панаин М.С., Дженбаев Б.М. Геохимическая экология: понятия и законы. - Б. Илим, 2013. - 310 с.
5. Калдыбаев Б.К., Ибраева К.Б., Арбаев Т.К. Мониторинг тяжелых металлов в почвенно-растительном покрове г. Каракол // В сборнике: Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов. - Казань, 2021. - С. 1383-1388.
6. Калдыбаев Б.К., Ибраева К.Б., Кадырова Г.Б. Эколого-биогеохимические исследования почв города Каракол. // Известия вузов Кыргызстана. - №1, 2020. - С.26-31.
7. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
8. Кенжебаева А.В. Эколого-биогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова прибрежной зоны восточного Прииссыккуля: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.В. Кенжебаева. - Бишкек, 2022. - 23 с.
9. Ибраева К.Б., Кадырова Г.Б., Калдыбаев Б.К. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове города Каракол // Экология урбанизированных территорий. - №1, 2019. - С.117-121.
10. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации и ориентировочно допустимые количества химических веществ в почве». (Утверждены Постановлением Правительства КР от 11 апреля 2016 года № 201).