

Калдыбаев Б.К.

**СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ
ПОКРОВЕ ПРИИССЫККУЛЬЯ**

В.К. Kaldybaev

**CONCENTRATIONS OF TRACE ELEMENTS IN THE SOIL COVER
OF ISSYK-KUL REGION**

УДК: 504.53.054.

Исследовано содержание свинца, кадмия, меди, цинка, железа в почвах Прииссыккуля, выявлены определенные закономерности их накопления по типам почв. Установлено, что их концентрации в почвах находятся в пределах естественных фоновых значений, однако в некоторых техногенных экосистемах их концентрации превышают ПДК.

This work presents research of the concentrations of lead, cadmium, copper, zinc, iron in the soil covers of Issyk-Kul region and was exposed definition of regularity accumulation of the trace elements in species of the soil. Established that their concentrations are in the limit of natural significance but their concentrations exceed ecological norms in some technogeny ecosystem.

Иссык-Кульская котловина с её своеобразным климатом обладает целым рядом уникальных особенностей, позволяющие считать ее крупной горной экосистемой Кыргызстана. Хозяйственное освоение бассейна озера, развитие системы рекреации, загрязнение окружающей среды определяют необходимость изучения почвенно-геохимических ресурсов этого региона, перспектив их дальнейшего устойчивого развития. Поэтому целью настоящего исследования явилась оценка уровней накопления тяжелых металлов в почвенном покрове Прииссыккуля.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили образцы проб почв отобранных с 24 контрольных участков Прииссыккуля. Отбор проб почв производился с пахотного горизонта (0-25 см.) методом конверта со сторонами 100×100м по углам и в центре, после чего готовились средние пробы. Пробы почв высушивались, далее почвенные образцы измельчались в ступке с пестиком и просеивались через сито диаметрами 2,0 мм, 1,0 мм, 0,25 мм. Подготовка проб для анализа осуществлялась методом мокрой минерализации в смеси концентрированной азотной кислоты и перекиси водорода. Перед анализом определялся процент влажности проб для пересчета результатов на сухую массу. Определение тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe) проводилось методами атомно – эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты и их обсуждение

Краткая характеристика почвенного покрова Прииссыккуля

Почвенный покров Прииссыккуля в основном представлен следующими типами почв: серо-

бурые, светло-бурые, светло-каштановые, каштановые, темно-каштановые и черноземы.

Серо-бурые почвы распространены в западной части Прииссыккуля на приозерной равнине, имеющей характер пустынного ландшафта в виде щебнистых и каменисто-галечниковых отложений. Содержание гумуса очень низкое, мало обеспечены подвижными формами фосфора и обменным калием.

Светло-бурые почвы, также распространены в западной части Прииссыккуля на подгорной и приозерной равнине. Почвообразующими породами служат карбонатные суглинки. Механический состав разнообразен, от легких до тяжелых суглинков. Содержание гумуса варьирует в пределах от 1 до 3 %, валовых форм азота 0,19-0,28%, фосфора 0,20-0,26%, калия 1,5-2,6%.

Светло-каштановые почвы широко распространены в пределах Иссык-Кульского, Ак-Суйского, Тюпского районов. Представлены они в основном орошаемыми и богарными почвами, легко, средне и тяжелосуглинистого механического состава. Верхний слой почв имеет рыхлое или слабо уплотненное сложение с невысоким содержанием гумуса до 3%, общего азота 0,11-0,18%. Описываемые почвы в основном карбонатные, подвижных форм фосфора 4-7 мг, а обменного калия значительно больше 39,4мг/100 гр почвы.

Каштановые почвы являются основным пахотным фондом Прииссыккуля. По механическому составу в основном средне и тяжелосуглинистые. Содержат гумуса от 3,0 до 4,5 %, азота 0,17-0,2%, валового фосфора 0,15-0,18%.

Темно-каштановые почвы приурочены к центральной и восточной части Прииссыккуля. По механическому составу средне-суглинистые с проявлением различных степеней эродированности и каменистости. Содержание гумуса варьирует в пределах от 4,5 до 5,0 %, валового азота 0,30 - 0,45%, мало карбонатны, слабо обеспечены азотом, обменного калия значительно больше.

Черноземы встречаются в юго-восточной и северо-западной частях Тюпского и Ак-Суйского районов, приурочены они в основном к области пологих и полого-пахотных подгорных равнин. По механическому составу средне и тяжелосуглинистые, содержат от 6,5 до 9% гумуса, общего

азота 0,3-0,4%, малокарбонатны (Мамытов, Мамытова, 1988).

Содержание микроэлементов (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe) в почвах Прииссыккуля

Свинец. Естественное содержание свинца в почве наследуется от материнских пород. Среднее содержание свинца в литосфере составляет $1,6 \times 10^{-3}\%$, в почве $1 \times 10^{-3}\%$ (Виноградов, 1957). Однако из-за широкого масштабного загрязнения свинцом большинство почв, по-видимому, обогащено этим элементом, особенно их верхние горизонты. В литературе имеется большое число данных о содержании свинца в почве, однако иногда трудно отделить данные, характеризующие фоновые уровни свинца в почвах, от данных связанных с загрязнением поверхностного слоя почв. По данным многочисленных исследований концентрация свинца в почвах фоновых районов мира находится в пределах 1 - 80 мг/кг, при среднем содержании 16 мг/кг. По данным других авторов концентрация свинца в верхних горизонтах различного типа почв составляет 10 - 67 мг/кг, общее среднее 32 мг/кг. ПДК свинца в почве 35 мг/кг (Ильин, 1991; Дмитрев и др., 1989; Аналитический обзор загрязнения природной среды тяжёлыми

металлами в фоновых районах стран-членов СЭВ, 1989).

Согласно исследованиям А.М. Мурсалиева (1973), содержание свинца в светло-бурых и серо-бурых почв Иссык-Кульской котловины составляет от 10 до 70 мг/кг, для каштановых почв 4,2 – 46 мг/кг, для черноземов до 50 мг/кг. Содержание свинца в почвах горных склонов бассейна реки Тюп составляет 5-12 мг/кг (Мурсалиев, 1992).

Результаты по определению содержания микроэлементов в почвах региона представлены в таблице 1, как видно из данных валовое содержание свинца в различных типах почв Прииссыккуля колеблется в пределе 22-39 мг/кг, при среднем значении 28 мг/кг. Максимальные концентрации свинца превышающие ПДК обнаруживались на светло-бурых почвах контрольных участков: с. Долинка – 38 мг/кг, г. Чолпон-Ата – 40 мг/кг, с. Тон – 46 мг/кг, минимальные на черноземах – 22 мг/кг. По содержанию свинца исследуемые типы почв условно можно расположить в следующий убывающий ряд: Светло-бурые > Серо-бурые > Горно-долинные светло-каштановые > Горные светлокаштановые > Черноземы (Рис. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe) в различных типах почв Прииссыккуля

№	Тип почв	Места отбора проб	Pb мг/кг	Cd мг/кг	Cu мг/кг	Zn мг/кг	Fe %
1.	Светло-бурые	с. Долинка	38±10	0,3±0,08	19±6	43±7	2,2±0,16
		г. Чолпон-Ата	40±10	0,1±0,03	20±7	49±7	2,4±0,15
		с. Тон	46±11	0,4±0,09	17±9	66±9	3,1±0,19
		с. Торт-Куль	38±12	0,5±0,10	18±6	54±8	3,3±0,16
		с. Каджи-Сай	34±10	0,4±0,10	16±7	62±9	3,6±0,2
		Среднее	39±11	0,3±0,08	18±7	55±8	2,9±0,17
2.	Серо-бурые	г. Рыбачье	28±9	0,4±0,1	18±6	52±8	1,8±0,15
		с. Сары-Камыш	36±10	0,3±0,09	20±7	62±9	2,2±0,19
		с. Тамчи	25±8	0,4±0,1	22±8	58±8	2,8±0,16
		с. Оттук	32±10	0,2±0,06	16±7	66±9	3,0±0,2
		с. Кызыл-Туу	30±9	0,5±0,1	19±9	69±9	2,8±0,2
		Среднее	30±9	0,4±0,09	19±7	62±9	2,5±0,18
3.	Горные светло-каштановые	Северный берег (1)	28±8	0,8±0,2	28±10	74±9	4,3±0,25
		Северный берег (2)	24±9	0,9±0,3	24±9	82±9	3,8±0,18
		Южный берег (1)	20±8	1,0±0,3	35±10	71±8	4,0±0,2
		Южный берег (2)	22±9	0,7±0,2	20±7	68±7	3,6±0,16
		Среднее	23±8	0,8±0,2	27±9	74±8	3,9±0,19
4.	Горно-долинные светло-каштановые	с. Григорьевка	33±11	0,4±0,1	20±8	64±9	3,7±0,2
		с. Ананьево	28±10	0,6±0,2	22±7	60±8	3,2±0,2
		с. Тюп	26±10	0,5±0,2	20±9	67±9	2,8±0,17
		с. Кавак	20±9	0,7±0,2	21±9	62±7	3,4±0,15
		с. Шалба	25±10	0,3±0,1	18±7	69±8	3,6±0,2
		Среднее	26±10	0,5±0,2	20±8	64±8	3,3±0,18
5.	Черноземы	с. Ак-Булун	26±10	0,6±0,2	22±8	72±9	4,0±0,2
		с. Талды-Суу	24±9	0,8±0,3	18±7	82±10	3,2±0,1
		с. Кен-Суу	20±8	0,7±0,2	14±6	70±9	3,6±0,1
		с. Тургенъ	22±11	0,5±0,1	32±10	77±10	4,0±0,2
		с. Зиндан	18±8	0,3±0,08	23±9	67±7	3,8±0,1
		Среднее	22±9	0,6±0,2	22±8	74±9	3,7±0,1

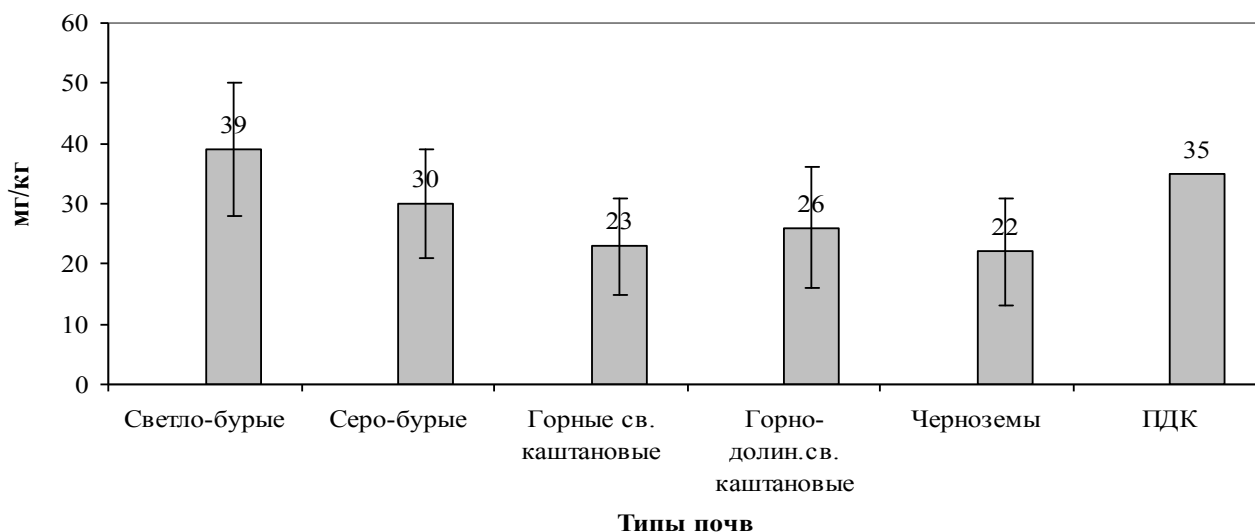


Рис. 1. Валовое содержание свинца в почве

Кадмий. Главный фактор определяющий содержание кадмия в почвах это химический состав материнских пород. По А.П. Виноградову (1957) содержание кадмия в литосфере составляет $5 \times 10^{-5}\%$, в почве $5 \times 10^{-5}\%$. Среднее содержание кадмия в различных типах почвах лежат между 0,07 и 1,1 мг/кг. При этом фоновые уровни кадмия в почвах, по видимому, не превосходят 0,5 мг/кг и все более высокие значения свидетельствуют об антропогенном вкладе в содержание этого элемента в верхнем слое почв. ПДК кадмия в почве составляет 1 мг/кг (Дмитрев и др., 1989; Аналитический обзор загрязнения природной среды тяжёлыми металлами в фоновых районах стран-членов СЭВ, 1989).

Результаты по определению валового содержания кадмия в почвах Прииссыккулья не выявили превышение уровня ПДК–1 мг/кг. Содержание кадмия для светло-бурых почв варьировало от 0,1 до 0,5 мг/кг, при среднем 0,3 мг/кг, для серо-бурых почв от 0,2 до 0,5 мг/кг, при среднем 0,4 мг/кг, для горных светло-каштановых почв от 0,7 до 1,0 мг/кг, при среднем 0,8 мг/кг, для горно-долинных светло-каштановых от 0,3 до 0,7 мг/кг, при среднем 0,5 мг/кг, для черноземов от 0,3 до 0,8 мг/кг, при среднем 0,6 мг/кг. По содержанию кадмия почвы региона можно расположить в следующий убывающий ряд: Горные светло-каштановые > Чернозёмы > Горно-долинные светло-каштановые > Серо-бурые > Светло-бурые (Рис. 2).

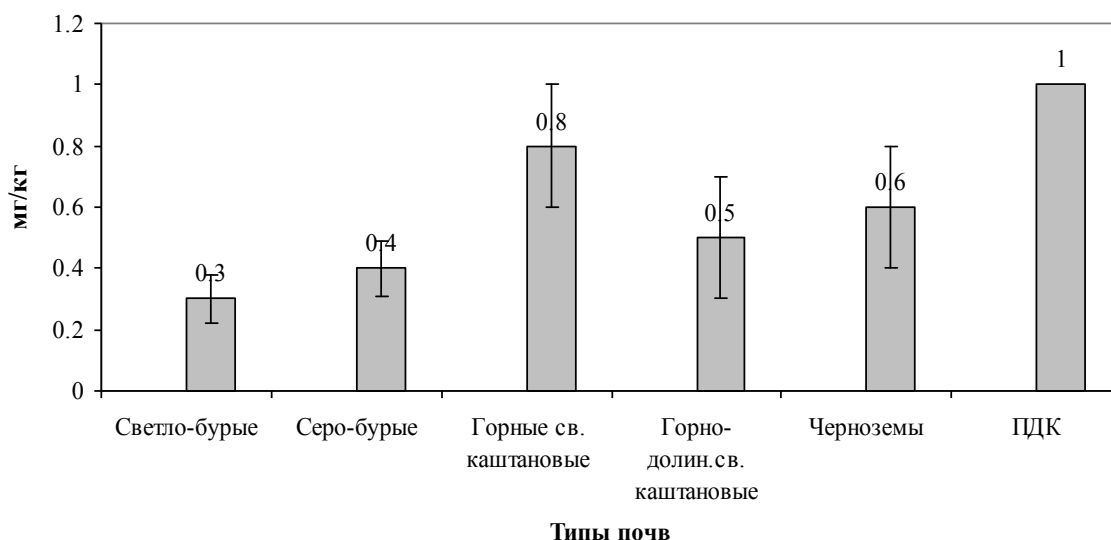


Рис. 2. Валовое содержание кадмия в почве

Однако при исследовании каштановых и темно-каштановых почв агроценозов прилегающих к Курментинскому цементному комбинату нами были выявлены повышенные содержания кадмия в почвах 5,0 – 12,3 мг/кг, при ПДК – 1,0 мг/кг. Максимальная концентрация кадмия в почве наблюдалась в точке отбора пробы удаленной от цементного комбината на расстоянии 600 метров – 12,3 мг/кг, на территории комбината содержание кадмия в грунте составило 17,0 мг/кг. При анализе горной породы – известняка, служащего сырьем для производства цемента, были обнаружены повышенные концентрации металла – 64,3 мг/кг. Вероятно в результате добычи, дробления и других технологических процесса происходило поступление некоторой части породы в атмосферный воздух в виде микрочастиц, которые распространялись потоками воздуха, загрязняя прибрежную часть территории бассейна озера Иссык-Куль. Следует отметить, что кадмий способен к активному биоконцентрированию, это приводит в достаточно короткое время к его накоплению в избыточных биодоступных концентрациях. Поэтому кадмий по сравнению с другими микроэлементами является наиболее сильным токсикантом почв.

Медь. Наиболее выраженные концентрационные диапазоны меди в почвах Азиатской территории бывшего СССР – 14 – 47 мг/кг. Средние концентрации элемента в почвах и осадочных породах составляют 30 мг/кг. По А.П. Виноградову содержание меди в литосфере составляет $1 \times 10^{-2}\%$,

в почве $2 \times 10^{-3}\%$. По данным других авторов среднее фоновое содержание меди колеблется в пределах 6 – 60 мг/кг, достигая максимума в почвах с высоким содержанием гумуса и минимума в песчаных. ПДК меди в почве составляет 23 мг/кг. Согласно исследований А.М. Мурсалиева (1976) содержание меди в почвах Киргизии приближается к среднему содержанию элемента в почвах СССР. Они сгруппированы по типам почв, наиболее распространенными среди них являются горные серозёмы, горные каштановые и горно-луговые черноземные почвы. Содержание меди в горных серозёмах не равномерное и колебалось в пределах от 8,0 до 60 мг/кг, в горных – каштановых почвах 33 мг/кг, горных чернозёмов - 35 мг/кг. Каштановые и особенно серозёмные почвы характеризуются более высоким содержанием меди 0,8 до 70 мг/кг.

По нашим исследованиям содержание меди в почвах Прииссыккуля варьировало в пределах 18 – 35 мг/кг. Горные светло-каштановые почвы (20 – 35 мг/кг) и чернозёмы (14 – 32 мг/кг) характеризовались более повышенными концентрациями микроэлемента по сравнению с светло-бурыми (16 – 20 мг/кг), серо-бурыми (16 – 22 мг/кг), горно-долинными светло-каштановыми почвами (18 – 22 мг/кг). По содержанию меди почвы Прииссыккуля можно условно расположить в следующий убывающий ряд: Горные светло-каштановые > Чернозёмы > Горно-долинные светло-каштановые > Серо-бурые > Светло-бурые (Рис. 3).

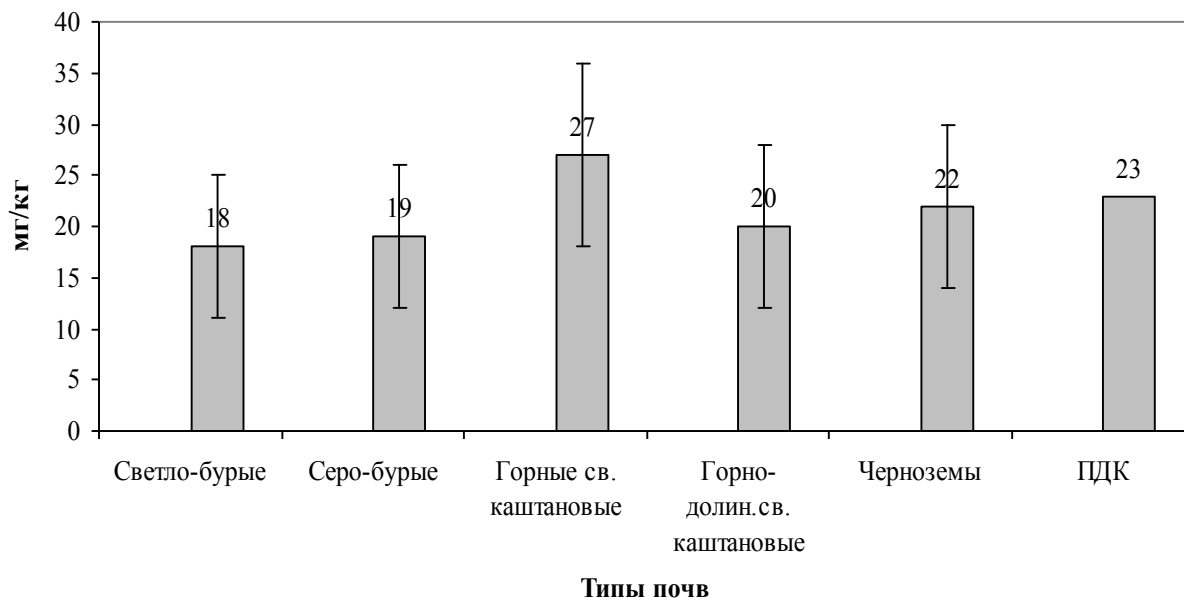


Рис. 3. Валовое содержание меди в почве

Цинк. Среднее содержание цинка в литосфере составляет $5 \times 10^{-3}\%$ в почве $5 \times 10^{-3}\%$ (Виноградов, 1957). Среднее содержание цинка в поверхностных слоях почв различных стран и США изменяются в пределах 17 – 125 мг/кг. Кипингом (1952) приведены данные об относительно высоком среднем содержании цинка в известковых почвах Южного Китая (236 мг/кг) при диапазоне колебаний 54 – 570 мг/кг. В среднем валовое содержание цинка в поверхностном горизонте каштановых почв составляет 44,7 мг/кг, а для черноземов 31,2 мг/кг (Кабата-Пендиас, 1989). Согласно исследований А.М. Мурсалиева (1992) содержание цинка в темно-каштановых почвах горных склонов бассейна реки Тюп для южных экспозиций составляет 70 – 90 мг/кг, для восточных экспозиций 90–100мг/кг, для юго-восточных 110 – 120 мг/кг, юго-западных 100 мг/кг. Для горно-чернозёмных почв луговых склонов западных экспозиций 90 – 100 мг/кг, северо - западных экспозиций 100 –

120 мг/кг, северных экспозиций – 130 мг/кг. ПДК цинка в почве по данным разных авторов составляет около 100 мг/кг (Несвижская, 1985; Bowen, 1979).

Результаты по определению валового содержания цинка в почвах Прииссыккуля не выявили превышение уровня ПДК – 100 мг/кг. Содержание цинка варьировало в зависимости от типа почв в пределах фоновых значений от 55 – 74 мг/кг, в частности для светло-бурых почв 43 – 66 мг/кг, серо-бурых 52 – 69 мг/кг, горных светло-каштановых 68 – 82 мг/кг, горно-долинных светло-каштановых 60 – 69 мг/кг, в черноземных 67 – 82 мг/кг. По содержанию цинка почвы Прииссыккуля можно условно расположить в следующий убывающий ряд: Чернозёмы > Горные светло-каштановые > Горно-долинные светло- каштановые > Серо-бурые > Светло-бурые (Рис.4.).

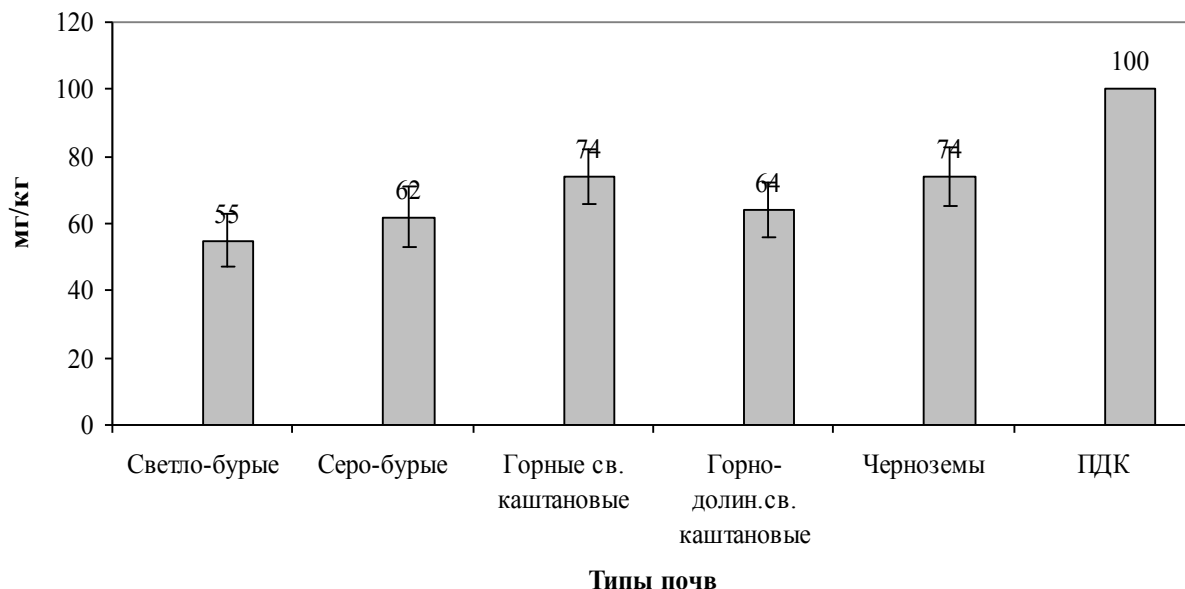


Рис. 4. Валовое содержание цинка в почве

Железо. Железо один из главных компонентов литосферы и составляет приблизительно 5 % её массы, концентрируясь преимущественно в основных сериях магматических пород. Однако глобальная распространенность железа оценивается примерно в 45% (Кабата-Пендиас, 1989). По А.П. Виноградову (1957) среднее содержание железа в почве составляет 3,8 %. Количество железа в почвах определяется как составом материнских пород, так и характером почвенных процессов. Как правило, содержание железа в почвах изменяется от 0,5 до 8 %. Даже на бедных железом почвах не отмечается его абсолютного дефицита для растений. По данным А.М. Мурсалиева (1992)

содержание железа в поверхностном горизонте почв горных склонов реки Тюп составляет 2,9 – 3,1%, в почвах луговой степи урочища Каркыра (заповедная зона) - 2,5%.

Результаты анализов показали, что валовое содержание железа в почвах Прииссыккуля варьирует в пределах 2,5 – 3,3 %. Среди исследованных типов почв наиболее высокие концентрации микроэлемента обнаруживались в горных светло-каштановых 3,6 – 4,3 % и черноземных почвах 3,6 – 4,0 %. В светло-бурых (2,9 %), Серо-бурых (2,5 %), Горно-долинных светло-каштановых почвах (3,3 %) обнаруживались более низкие концентрации металла. По содержанию железа

почвы Прииссыккуля можно условно расположить в следующий убывающий ряд: Горные светло-

каштановые>Черноземы > Горно-долинные светло-каштановые> Светло-бурые > Серо-бурые (Рис. 5.).

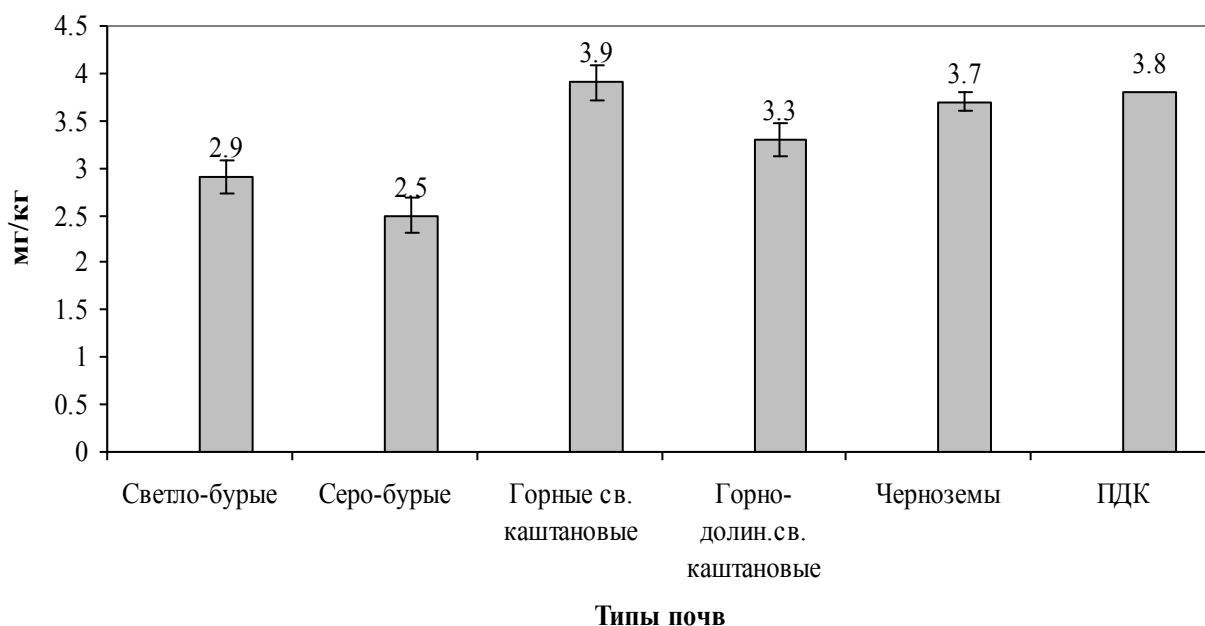


Рис. 5. Валовое содержание железа в почве

Таким образом проведенные исследования показали, что содержание микроэлементов (Cu, Zn, Pb, Cd, Fe) в почвах Прииссыккуля находится в пределах естественных фоновых значений, однако следует отметить, что на светло-бурых почвах контрольных участков с. Долинка, г. Чолпон-Ата, с. Тон выявлено незначительное превышение ПДК по свинцу, на горных светло-каштановых почвах по меди и железу, на каштановых и темно-каштановых

почвах агроценозов прилегающих к Курментинскому цементному заводу по кадмию.

В связи с тем, что в радиационно-загрязненных районах ионизирующие излучения могут действовать на живые организмы в сочетании с другими химическими элементами, нами были проведены исследования по определению микроэлементов (Cu, Zn, Pb, Cd, Fe) в условиях техногенной урановой провинции Каджи-Сай. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание микроэлементов (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe) в грунте хвостохранилищ техногенной урановой провинции Каджи-Сай

№	Показатели	Pb мг/кг	Cd мг/кг	Cu мг/кг	Zn мг/кг	Fe %
1	Фоновое значение	32	0,5	20	50	3,8
2	ПДК	35	1,0	23	100	-
3	Грунт	50±11	0,8±0,2	30±	79±10	2,85±0,17

Как видно из данных, содержание свинца и меди в грунте хвостохранилища техногенной урановой провинции Каджи-Сай превышают фоновые значения металлов в почве и ПДК по меди в 1,3 раз, по свинцу в 1,4 раз. Содержание цинка, кадмия и железа находится в пределах нормы.

Следует отметить, что увеличение концентраций микроэлементов в почвах в следствие антропогенной деятельности это нежелательный процесс, ведущий к их длительному и

постепенному накоплению, так как они медленно удаляются при выщелачивании, потребления растениями, эрозии и дефляции.

Литература:

1. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, - 1987, 142 с.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. Изд. 2-е. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 239с.

3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, - 1989, 439 с.
4. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение. - Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
5. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Клименко Г.А. Загрязнение почв и растительности тяжёлыми металлами. – М.: МГУ, 1989. – 95 с.
6. Аналитический обзор загрязнения природной среды тяжёлыми металлами в фоновых районах стран-членов СЭВ (1982-1988). – М.: Гидрометеоздат, 1989. – 87 с.
7. Роева Н.Н., Ровинский Ф.Я., Кононов Э.Я. Специфические особенности поведения тяжёлых металлов в различных природных средах //Аналитическая химия. – 1996. – Т. 54, № 4. – С. 384-397.
8. Мамытов А.М., Мамытова Г.А. Почвы Иссык-Кульской котловины и прилегающей к ней территории. – Фрунзе: «Илим», 1988. – 191с.
9. Мурсалиев А.М. Природная радиоактивность и микроэлементный состав некоторых сложноцветных Иссык-Кульской котловины // Материалы по флоре Киргизии. – Фрунзе, 1973. – С.87-106.
10. Мурсалиев А.М., Ниязова Г.А., Токомбаев Ш.Т. Биогеохимические исследования горных лугов бассейна реки Тюп. – Бишкек, 1992. Изд-во Илим, 156с.
11. Несвижская Н.И., Саят Ю.В. Геохимические принципы выделения ПДК химических элементов в почвах / В кн.: Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – С. 10.
12. Bowen H.J.M. Environmental Chemistry of the Elements. – London-New York: Academic Press, 1979. – 360 p.
13. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in the Biological Environment. – Warsaw: Wyd. Geol., 1979. – 300 p.

Рецензент: д.биол.н., профессор Мурсалиев А.М.