

## ДЕГРАДАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

МРНТИ 68.05.43

DOI: 10.51886/1999-740X\_2025\_3\_59

А. Ахатов<sup>1</sup>, В.Б. Нурматова<sup>1\*</sup>, С.С. Буриев<sup>1</sup>

## СОСТОЯНИЕ МЕДИ, ЦИНКА И ИХ РЕЗЕРВОВ В ОРОШАЕМЫХ И ЦЕЛИННЫХ СЕРОЗЕМАХ УЗБЕКИСТАНА

*<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий при Центрально-Азиатском университете изучения окружающей среды и изменения климата (Green University) и Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан, 100043, Ташкент, пр. Бунёдкор, 7а, Узбекистан, \*e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

**Аннотация.** Целью исследования были оценка содержания меди и цинка, выделения их резервов, распределение меди и цинка в профиле типичного серозема Ташкент-Келесского геоморфологического района Ташкентской области Узбекистана. Изученные целинные и орошаемые типичные сероземы характеризуются среднесуглинистым гранулометрическим составом. Общее содержание меди в верхнем горизонте варьирует от 18 до 27 мг/кг, цинка от 55 до 104 мг/кг, доля илистой фракции - от 12 до 24%. Были выделены резервы меди и цинка - лабильный, ближний и потенциальный. Выявлены колебания резервов от общего содержания в пахотном горизонте: резервы меди - лабильный от 1 до 6%, потенциальный от 33 до 52%, ближний, доминирующий в общем содержании 64%; резервы цинка - лабильный от 6 до 18%, ближний от 16 до 44%, потенциальный, доминирующий в общем содержании до 55%. В достаточно большом количестве представлены ближний и потенциальный резерв меди и цинка, и в несколько меньшем лабильный, а накопление нерастворимой формы меди и цинка в пахотном горизонте повышает устойчивость почв к водной эрозии за счет образования водопрочных структур. Установлено, что распределение меди, цинка и их резервов в изученных почвах, неравномерно и зависит от множества факторов, например давность орошения и окультуривание почв, которые увеличивают как общее содержание меди и цинка, их резервы, так и их содержание в илистой фракции.

**Ключевые слова:** серозем типичный, новоорошаемый, староорошаемый, целинный, медь, цинк.

## ВВЕДЕНИЕ

Металлы имеют особое значение в биосфере - строение, миграции, взаимодействия с другими соединениями делают их неотъемлемой частью ферментативной системы живых организмов, что предопределяет функционирование всего живого. Но не все соединения являются доступными для растений, а в некоторых случаях приводят к заболеваниям, мутациям или даже гибели. Роль меди и цинка, определяется в первую очередь их свойствами для растений и живых организмов почвенной среды. Рациональное использование микроэлементов в сельском хозяйстве, возможно только на основе учета их содержания в почвах, являю-

щихся одним из основных источников химических элементов для всех живых организмов. Данные о микроэлементном составе почв необходимы также и для геохимической характеристики ландшафтов и выделения биогеографических провинций. Однако содержание и характер распределения микроэлементов в почвах, бедных органическим веществом, с учетом почвообразующей породы, и форм их резервов в условиях Узбекистана изучены недостаточно.

Для сельского хозяйства важно не только общее содержание меди и цинка в почве, но и форма нахождения и степень доступности растениям. Медь входит в состав различных медьсодержащих белков и ферментов, влияет на

азотный обмен, играет важную роль в фотосинтезе, в образовании хлорофилла, способствует повышению устойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды: высоким и низким температурам, засухе, а также к поражению различными грибковыми и бактериальными заболеваниями [1, 2]. Цинк, как и медь, один из важнейших элементов питания растений и входит в состав всех растительных организмов. Содержание цинка в почве и его доступность для растений зависит от pH почвы, содержания в ней карбонатов, органического вещества и др.

Установлено, что пахотный слой почв более богат медью, чем материнская порода, что объясняется результатом биологической аккумуляции меди, тогда как подпахотный слой резко обеднен по отношению к пахотному [3]. Отмечают, что медь в почвах встречается обычно в форме двухвалентных ионов, дающих соединения разной степени подвижности – растворимые, легкоподвижные – сульфат меди, соли лимонной, уксусной и некоторых других органических кислот и труднорастворимые, малоподвижные – сульфиды, окислы, фосфаты и оксалаты меди. Цинком более богаты глинистые породы, особенно покровные и лессовидные суглинки, его мало в песчаных и супесчаных породах [3]. Сероземы, относятся к почвам слабо обеспеченным цинком [4]. Колебания содержания цинка в почвах обусловлены особенностями гранулометрического состава, обогащение им тонких фракций связано с процессами сорбции цинка высокодисперсными составными частями этих фракций – глинами, гидратами окислов, органическим веществом, реакцией среды, насыщенностью кальцием, наличием органических веществ. Цинк может фиксироваться в горизонтах, богатых стабильным гумусом с достаточно высокой емкостью обмена катионов [4, 5].

Несмотря на количество проведенных исследований, посвященных изучению содержания микроэлементов, их запасов, влияния факторов на динамику в местных почвах [6-11], эта тематика остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе [12]. Особый интерес вызывает проблема истощения сероземов, которые широко распространены в Узбекистане и составляют значительную долю земельного фонда страны. Целью исследования были оценка содержания меди и цинка, выделение их резервов, распределение в профиле типичного серозема (целинный, новоорошаемый, староорошаемый) Узбекистана.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены в сельскохозяйственных районах Ташкентской области Республики Узбекистан в период 2022-2025 гг. (таблица 1).

В качестве объектов исследования выбраны почвы целинного, новоорошаемого, староорошаемого типичного серозема Ташкент-Келесского геоморфологического района, сформировавшиеся на лессовых аккумуляциях Ташкентского цикла [13].

Сероземы распространены в областях контакта горных систем Тянь-Шаня, Памиро-Аллая с равнинами Туранской низменности. Развиваясь в среде, испытывающей влияние горной страны, сероземы принадлежат к почвам вертикальной зональности и образуют нижний отдел туранской почвенно-климатической поясности [14]. В Узбекистане, наиболее крупные массивы сероземов окаймляют внешние горные хребты Чаткальский, Туркестанский, Гиссарский и заходят в крупнейшие межгорные котловины – Ферганскую, Чирчик-Ангренскую, Мирзачульскую, Санзар-Нуратинскую, Кашкадарьинскую, Сурхандарьинскую, где они занимают невысокие отроги горных хребтов, адыры (предгорья) и

подгорные пролювиальные равнины, опускаясь на верхние речные террасы. Сероземы поднимаются по склонам предгорий до высоты 1300 м с нижней границей 250-400 м. Очерченный в этих границах сероземный пояс совпадает с поясом аридного Туранского климата и эфемерово-эфемероидной раститель-

ности. Почвообразующими породами выступают рыхлые породы четвертичного возраста – лёссы ташкентского и мирзачульского циклов, на лёссовидных, но менее отсортированных и маломощных пролювиальных наносах, и очень редко на элювии коренных горных пород [14].

Таблица 1 - Географическое положение ключевых почвенных разрезов

Почва	Координаты		Абс. выс., м	Географическая привязка разреза
	Широта	Долгота		
Целинный типичный серозем	41°17'42''N	69°01'27''E	393	На север от поселка Туркестан, Ташкентская область
Новоорошаемый типичный серозем	41°08'41''N	68°55'21''E	332	На запад от поселка Хайкабад, Ташкентская область
Староорошаемый типичный серозем	41°15'06''N	69°08'20''E	402	На север от г. Эшангузар, Ташкентская область

В задачу исследования входило полевое изучение морфологических профилей типичных сероземов - целинных, новоорошаемых, староорошаемых, отбор почвенных образцов, лабораторно-аналитические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками в Республике Узбекистан [15]. В образцах определяли содержание меди и цинка атомно-абсорбционным методом на двухлучевом атомно-абсорбционном спектрометре AA-7000 Shimadzu («Shimadzu, Inc.», Япония) [16]; резервы меди и цинка рассчитывали по Горбунову [17, 18]; илистые фракции выделяли с помощью центрифугирования по методу М.Ш. Шаймухомедова и К.А. Ворониной [19].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение изменения содержания в почве и илистых фракциях форм меди и цинка, имеет большое значение для выявления их доступности растениям и практического применения в виде микроудобрений. Количество меди и цинка в почвах, как и большинства микроэлементов, зависит от химического состава и характера почвообразующих пород.

Проведенные исследования показали следующее. По всему профилю исследованных почв, общее содержание меди колеблется в пределах от 18,0 до 26,5 мг/кг (таблица 2), при этом наибольшее содержание меди обнаружено в верхних горизонтах.

Таблица 2 - Содержание меди (Cu) в типичных сероземах Узбекистана

Глубина, см	Общее содержание Cu, мг/кг	Подвижная Cu, мг/кг	Содержание фракции <0,001 мм, %	Cu в илистой фракции, мг/кг
Целинный типичный серозем, среднесуглинистый				
0-12	20,8	13,6	19,0	65,7
12-23	18,1	13,1	21,1	53,6
23-46	19,0	12,6	18,9	48,5
135-165	18,0	10,8	14,2	48,2
Новоорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый				
0-29	23,6	12,9	15,0	69,1
29-39	20,5	10,3	15,9	56,0
39-72	20,0	8,6	14,9	49,1
135-165	18,7	9,5	12,2	55,4
Староорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый				
0-27	26,5	14,1	23,6	72,0
27-43	22,3	12,9	21,3	64,3
43-83	23,4	13,3	21,6	66,7
170-130	18,6	11,8	21,7	59,9

В распределении общей меди по профилю прослеживается определенная закономерность – при почти одинаковом содержании меди в материнской породе изучаемых почв (18,0– 8,7 мг/кг), ее количество увеличивается в почвенных горизонтах. Наибольшее увеличение отмечено в профиле староорошаемого типичного серозема от 18,6 до 26,5 мг/кг, в новоорошаемом сероземе от 18,7 до 23,6 мг/кг, в целинном - от 18,0 до 20,8 мг/кг. Данные показали, что в типичном сероземе под влиянием орошения и его давности, общее количество меди увеличивается по всему профилю в среднем на 3–6 мг/кг или 15–27%. Об обеспеченности почвы микроэлементами можно судить по содержанию их подвижных форм. Замечено уменьшение содержания подвижной меди от верхнего горизонта к материнской породе от 14,1 до 9,5 мг/кг.

Доля илистой фракции в изученных почвах варьирует от 12,2 до 23,6% (таблица 2). По результатам гранулометрического анализа, верхние и средние горизонты (А и В<sub>1</sub>) целинного типичного серозема, обогащены илистой фракцией и отличаются ее большим

содержанием по сравнению с материнской породой. В верхних слоях новоорошаемого типичного серозема илистая фракция распределена более равномерно, с незначительным преобладанием в подпахотном слое. По содержанию илистой фракции в средней части профиля, особенно выделяется горизонт В<sub>2</sub> с наибольшим элювиальным оглинением. Оглинение верхней и средней части профиля староорошаемого типичного серозема происходит за счет увеличения количества иловатых частиц, что является характерной чертой процесса образования сероземов в результате внутрипочвенного выветривания [20]. Следует отметить, что такое утяжеление нельзя отнести (как было предположено в случае новоорошаемого серозема) к различию гранулометрического состава самих пород, так как в профиле староорошаемого серозема содержание менее устойчивых к разрушению механических элементов несколько больше, чем в целинном (таблица 2).

Данные по изучению содержания меди в илистой фракции показывают, что здесь ее содержание в 2,5–3,0 раза больше, чем в почве. Почти одинаковое

количество меди в илистой фракции содержится в генетических горизонтах целинного и новоорошаемого типичного серозема, но наибольшее количество наблюдается в староорошаемом типичном сероземе. Следовательно, под влиянием длительного орошения, общее содержание меди, как в почве, так и в коллоидно-илистой фракции возрастает.

Оценка резервов меди показала следующее. Медь лабильного резерва доступна для микроорганизмов и растений. Вертикальное распределение меди лабильного резерва по профилю неоднородно, доля меди лабильного резерва варьирует от 0,095 до 1,58 мг/100 г и соответственно от 0,69

до 8,78% от общего содержания (таблица 3). Это указывает на то, что передвижение коллоидно-илистой фракции по почвенному профилю происходит неравномерно, так как в почвенном профиле имеются разного вида барьеры (карбонатный, гипсовый, оглиненные), которые и задерживают ее продвижение в этих слоях. Накопление меди лабильного резерва зависит от содержания гумуса, количества водно-пептизированных илстых фракций и скорости их движения. Поскольку данные почвы не засолены, в сухом остатке не наблюдается преобладания натрия, что исключает процесс деспергирования (таблица 3).

Таблица 3 - Резервные формы меди (Cu) в типичном сероземе

Глубина, см	Общее содержание Cu, мг/кг	Cu резерва, мг/100 г			Cu резерва, от общего содержания, %		
		лабильного	ближнего	потенциального	лабильного	ближнего	потенциального
Целинный типичный серозем, среднесуглинистый							
0-12	20,8	1,36	12,48	6,96	6,54	60,0	33,46
12-23	18,1	1,16	11,31	5,63	6,41	62,49	31,10
23-46	19,0	1,37	9,17	8,46	7,21	48,26	44,53
135-165	18,0	1,58	6,84	9,58	8,78	38,0	53,22
Новоорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый							
0-29	23,6	1,03	10,37	12,2	4,36	43,94	51,70
29-39	20,5	1,16	8,90	10,44	5,66	43,41	50,93
39-72	20,0	1,17	7,32	11,51	5,85	36,60	57,55
135-165	18,7	0,095	6,76	6,85	0,69	49,34	50,00
Староорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый							
0-27	26,5	0,83	17,00	8,67	3,13	64,15	32,72
27-43	22,3	0,94	13,70	7,66	4,22	61,44	34,35
43-83	23,4	0,92	14,41	8,07	3,93	61,58	34,49
170-130	18,603	0,91	13,00	4,69	4,89	69,89	25,22

Вертикальное распределение меди ближнего резерва (таблица 3) с явным уменьшением содержания вниз по профилю от 17 до 6,76 мг/100 г и очевидным накоплением в верхнем горизонте, может, возможно, связано с содержанием гумуса и механическим составом почвы. В процентном отношении в верхнем горизонте почв ближний

резерв составляет от 44 до 64% от общего содержания меди. Среди исследуемых почв, наибольшее накопление ближнего резерва меди наблюдается в староорошаемых типичных сероземах, что вероятно, происходит за счет агроирригационных наносов.

Доля потенциальной резервной формы меди в изученных почвах варьи-

рует от 4,69 до 12,2 мг/100 г с неравномерным вертикальным распределением по профилю. В процентном отношении в верхнем горизонте почв потенциальный резерв составляет от 33 до 52% от общего содержания меди (таблица 3).

Количество большинства микроэлементов в почвах, зависит от хими-

ческого состава и характера почвообразующих пород и цинк не является исключением. Основные породы содержат больше цинка, чем кислые и поэтому почвы, формирующиеся на карбонатных породах, более богаты цинком (таблица 4).

Таблица 4 - Содержание цинка (Zn) в типичном сероземе

Глубина, см	Общее содержание Zn, мг/кг	Подвижный Zn, мг/кг	Содержание фракции <0,001 мм, %	Zn в илстой фракции, мг/кг
Целинный типичный серозем, среднесуглинистый				
0-12	78,3	50,2	19,0	182,0
12-23	69,8	40,1	21,1	173,3
23-46	62,4	42,8	18,9	156,2
135-165	54,9	37,5	14,2	149,7
Новоорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый				
0-29	86,9	54,5	15,0	162,7
29-39	63,7	51,9	15,9	164,6
39-72	62,4	47,3	14,9	174,8
135-165	58,4	37,6	12,2	166,8
Староорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый				
0-27	103,8	60,9	23,6	224,7
27-43	92,9	50,3	21,3	209,3
43-83	83,2	51,6	21,6	108,5
170-130	61,1	43,6	21,7	169,3

Общее содержание цинка в материнской породе изучаемых почв различно - от 54,9 до 61,1 мг/кг; его количество увеличивается в почвенных горизонтах от 78,3 до 103,8 мг/кг, что в среднем в 1,5 раза больше, чем в породе (таблица 4). Во всех изученных типичных сероземах количество общего цинка уменьшается постепенно вниз по профилю, наибольшее количество общего цинка обнаружено в почвенных горизонтах и породе староорошаемого типичного серозема, а наименьшее в целинном, что схоже с содержанием меди. В целом, общее содержание цинка, по профилю исследованных типичных сероземов меняется от 55 до 104 мг/кг. Содержание подвижного цинка умень-

шается от верхнего горизонта к материнской породе - от 60,9 до 37,5 мг/кг.

Илистая фракция в изученных типичных сероземах варьирует от 12,2 до 23,6% (таблица 4). Верхние горизонты целинного типичного серозема более обогащены илистой фракцией по сравнению с материнской породой, а в средней части профиля выделяется горизонт В<sub>2</sub>, где происходит процесс элювиального оглинения за счет увеличения количества иловатых частиц, что является характерной чертой процесса образования сероземов. В новоорошаемом типичном сероземе илистая фракция распределена равномерно, с незначительным преобладанием в верхних слоях. Наибольшим содержанием илис-

той фракции отличается староорошаемый типичный серозем от 21,7 до 23,6%. Это свидетельствует о том, что длительное орошение способствует увеличению общего содержания цинка как в почве, так и в коллоидно-илистой фракции (таблица 4).

Результаты анализа содержания цинка в илистой фракции показывают, что его количество в 2-3,5 раза больше, чем в нерасчлененной почве. В целинном типичном сероземе наблюдается постепенное снижение содержания цинка от верхних горизонтов к нижним. В новоорошаемом распределение равномерное от 163 до 167 мг/кг с накоплением в средней части профиля. Наибольшее количество цинка наблюдает-

ся в староорошаемом типичном сероземе от 169,3 до 224,7 мг/кг (таблица 4).

Вертикальное распределение цинка лабильного резерва по профилю всех изученных сероземов неоднородно, варьирует от 4,23 до 16,92 мг/кг и соответственно от 6,92 до 40,0% от общего содержания (таблица 5), и также, как и в случае с медью, это указывает на то, что передвижение илистой фракции по почвенному профилю происходит неравномерно из-за различных барьеров. Накопление цинка непосредственного резерва связано с содержанием гумуса и агрегированных илистых фракций, а также скоростью их передвижения (таблица 5).

Таблица 5 - Резервные формы цинка (Zn) в типичном сероземе

Глубина, см	Общее содержание Zn, мг/кг	Zn резерва, мг/100 г			Zn резерва, от общего содержания, %		
		Лабильного	Ближнего	Потенциального	Лабильного	Ближнего	Потенциального
Целинный типичный серозем, среднесуглинистый							
0-12	78,3	14,52	34,58	29,2	18,54	44,16	37,29
12-23	69,8	10,97	36,57	22,26	15,72	52,39	31,89
23-46	62,4	14,52	29,52	18,46	23,77	47,31	29,42
135-165	42,3	16,92	21,26	4,12	40,00	50,26	9,74
Новоорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый							
0-29	86,9	11,83	27,41	47,66	13,61	31,54	54,84
29-39	63,7	5,23	26,17	32,30	8,21	41,08	50,71
39-72	62,4	5,80	26,05	30,55	9,29	41,75	48,96
135-165	58,4	10,22	20,40	27,78	17,80	34,93	47,57
Староорошаемый типичный серозем, среднесуглинистый							
0-27	103,8	9,42	20,35	60,03	6,38	16,53	54,67
27-43	92,9	7,40	44,58	40,82	7,40	48,30	44,23
43-83	83,2	13,48	23,44	46,28	16,20	28,17	55,63
170-130	61,1	4,23	36,67	20,2	6,92	60,02	33,06

Распределение цинка ближнего резерва (таблица 5) также неоднородно. Исключением является профиль новоорошаемого типичного серозема, в котором уменьшение по профилю постепенное - от 27,41 до 20,40 мг/100 г, что согласуется и в процентном соотношении от общего содержания - от 55,63 до 47, 57%. В целинном и староорошаемом типичных сероземах наблюдается накопление цинка ближнего резерва в средней части профиля, что также заметно и в процентном соотношении цинка ближнего резерва от общего содержания. Это может быть объяснено разными причинами, например содержанием гумуса, механическим составом почвы или агроирригационными наносами (таблица 5). Потенциальная резервная форма цинка напротив, стабильно снижается от верхнего горизонта к материнской породе во всех изученных типичных сероземах от 60,03 до 4,12 мг/100 г, как и ее процент от общего содержания - от 55 до 10% (таблица 5).

Таким образом, профильное распределение содержания меди и цинка изученных типичных сероземов, а также их резервных форм, зависит от их количества в породе, гранулометрического состава почвы. Давность орошения и окультуривание почв увеличивают как общее содержание меди и цинка, так и их содержание в илстой фракции. Во всех изученных почвах количество меди и цинка уменьшается постепенно вниз по профилю, наибольшее их количество обнаружено в почвенных горизонтах староорошаемых типичных сероземов, а наименьшее в целине. Достаточно большая часть меди (36-70%) и цинка (31-63%) от общего содержания в почве связана с илстой фракцией и можно утверждать, что в этой фракции происходит наибольшее поглощение

микроэлементов растениями. Новоорошаемые и староорошаемые типичные сероземы наиболее активно используются в Узбекистане для выращивания сельскохозяйственных культур и внесение меди и цинксодержащих удобрений в эти почвы пополнит нехватку резервных форм меди как наиболее важных для вегетации растений.

#### ВЫВОДЫ

1. Изученные типичные сероземы Узбекистана (целинный, новоорошаемый, староорошаемый,) характеризуются среднесуглинистым гранулометрическим составом с долей илстой фракции, не превышающей 24%. Содержание подвижной меди до 14 мг/кг, цинка до 70 мг/кг.

2. Общее содержание меди и цинка варьирует от давности орошения. В верхнем горизонте изученных типичных сероземов общее содержание меди до 27 мг/кг, цинка до 104 мг/кг. Их вертикальное распределение с заметным снижением от верхних горизонтов к материнской породе. Наиболее богат медью и цинком староорошаемый типичный серозем.

3. Медь и цинк лабильного резерва составляет менее трети от общего содержания, при этом преобладают медь и цинк ближнего и потенциального резерва. Давность орошения и окультуривание почв увеличивают как общее содержание меди и цинка, их резервы, так и их содержание в илстой фракции.

Дальнейшее изучение особенностей меди и цинка, их накопления и восстановления в типичных сероземах Узбекистана имеет важное значение для разработки рекомендаций по рациональному их использованию, противоэрозионной защите и увеличению продуктивности.

Исследования, рассмотренные в этой рукописи, были проведены при финансовой поддержке Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарафутдинова Ф.Х. Медь и ее формы в основных типах почв Ферганской долины: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ташкент, 1964. - 23 с.
2. Шарафутдинова Ф.Х. Роль меди в развитии хлопчатника. – Ташкент: ФАН, 1983. – 222 с.
3. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. – М.: Наука, 1970. – 180 с.
4. Гафурова Л.А., Пируханова Ф.Н. Микроэлементы и сера в эродированных сероземах, сформированных на отложениях неогена и их влияние на производительную способность почв. – Ташкент: Мехнат, 2001. – 107 с.
5. Зырин Н.Г. Общие закономерности в миграции и распределении микроэлементов в почве// Микроэлементы в почвах Советского Союза. – М.: МГУ, 1973. – Вып. 1. – С. 5–27.
6. Исагалиев М. Т. и др. Биомикроэлементы в сероземах юга Ферганы// Аграрная наука–сельскому хозяйству: сборник материалов. – 2020.–№2.–С. 364-366.
7. Раджабов А. И. и др. Содержание микроэлементов на почвах под посевами пшеницы// Вестник науки. – 2020. – Т. 1. – №. 10 (31). – С. 81-85.
8. Рахматов У. и др. Исследование концентрации меди, никеля и кадмия в различных типах почв Ферганской области// Universum: технические науки. – 2021. – №. 11-4 (92). – С. 68-73.
9. Рахматов У. и др. Концентрация Cu, Ni и Cd в почвах Андижанской области// Universum: технические науки. – 2022. – №. 2-5 (95). – С. 53-61.
10. Isagaliyev M. T. et al. Change in the content of mobile microelements in typical sierozems under the influence of the cement industry// J Open. – 2025. – Т. 1. – № 01. – С. 1-5.
11. Karimov K. et al. Amount of mobile toxicants in typical gray soils and irrigation water contained Kitab district, Uzbekistan// E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 623. – С. 01006.
12. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia // Ecological Indicators. – 2020. – Т. 116. – P. 106490.
13. Генусов А.З., Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Классификация и диагностика почв Узбекистана// В кн.: Генезис, география и мелиорация почв Узбекистана. – Ташкент, 1972. – С. 3–49.
14. Горбунов Б.В. и др. Почвы Узбекистана. – Ташкент: ФАН, 1975. – 222 с.
15. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. – 440 с.
16. ГОСТ 23957.1-2003. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – Утв. 10.03.1992 Министерством сельского хозяйства РФ. – М.: 1992. – 28 с.
17. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. – М.: Наука, 1978. 292 с.
18. Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б. Состояние калия и его резервов в

горных коричневых почвах Узбекистана// Почвоведение и агрохимия. –2023. – № 3. – С. 5–21.

19. Шаймухамедов М.Ш., Воронина К.А. Методика фракционирования органо-глинных комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг// Почвоведение. –1972. – № 8. – С. 134–138.

20. Розанов Б.Г. Морфология почв. – М.: МГУ, 1983. – 320 с.

#### REFERENCES

1. Sharafutdinova F.H. Med' i ee formy v osnovnyh tipah pochv Ferganskoj doliny. Avtoref. Kand. Diss. Na sois. Uch.st.s/h n., – Tashkent, 1964. – 23 s.

2. Sharafutdinova F.H. Rol' medi v razvitii hlochatnika. – Tashkent: FAN, 1983. – 222 s.

3. Koval'skij V.V., Andrianova G.A. Mikroelementy v pochvah SSSR. – М.: Nauka, 1970. – 180 s.

4. Gafurova L.A., Piruhanova F.N. Mikroelementy i sera v erodirovannyh serozemah, sformirovannyh na otlozheniyah neogena i ih vliyanie na proizvoditel'nyuyu sposobnost' pochv. – Tashkent: Mekhnat, 2001. – 107 s.

5. Zyrin N.G. Obshchie zakonomernosti v migratsii i raspredelenii mikroelementov v pochve. Mikroelementy v pochvah Sovetskogo soyuza. – М.: MGU, 1973. – Vyp.1. – S. 5–27.

6. Isagaliev M. T. i dr. Biomikroelementy v serozemah yuga Fergany// Agrarnaya nauka–sel'skomu hozyajstvu: sbornik materialov. – 2020. – № 2. – S. 364-366.

7. Radzhabov A. I. i dr. Soderzhanie mikroelementov na pochvah pod posevami pshenicy// Vestnik nauki. – 2020. – T. 1. – №. 10 (31). – S. 81-85.

8. Rahmatov U., Hamrakulova M. H., Mirzaev D. M., Abdisamatov E. D. Issledovanie koncentracii medi, nikelya i kadmiya v razlichnyh tipah pochv Ferganskoj oblasti// Universum: tekhnicheskie nauki. – 2021. – № 11-4 (92). – S. 68-73.

9. Rakhmatov U. i dr. Kontsentratsiya. Cu, Ni i Cd v pochvah Andizhanskoj oblasti// Universum: tekhnicheskie nauki. – 2022. – №. 2-5 (95). – S. 53-61.

10. Isagaliyev M. T. et al. Change in the content of mobile microelements in typical sierozems under the influence of the cement industry// J Open. – 2025. – T. 1. – № 01. – S. 1-5.

11. Karimov K. et al. Amount of mobile toxicants in typical gray soils and irrigation water contained Kitab district, Uzbekistan// E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – T. 623. – S. 01006.

12. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia// Ecological Indicators. – 2020. – T. 116. – S. 106490.

13. Genusov A.Z., Gorbunov B.V., Kimberg N.V. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Uzbekistana// V kn.: Genezis, geografiya i melioratsiya pochv Uzbekistana. – Tashkent, 1972. – S. 3–49.

14. Gorbunov B.V. i dr. Pochvy Uzbekistana. – Tashkent: FAN, 1975. – 222 s.

15. Metody agrohimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polevyh hlopkovyh rajonah. – Tashkent: SoyuzNIHI, 1963. – 440 s.

16. GOST 23957.1-2003 Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelyh metallov v pochvah sel'hozougodij i proizvodcii rastenievodstva. Utverzhdeno 10.03.1992 Ministerstvom sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federatsii. – М., 1992. – 28 s.

17. Gorbunov N.I. Mineralogiya i fizicheskaya himiya pochv. – Moskva: Nauka, 1978. – 292 s.

18. Ahatov A., Buriev S.S., Nurmatova V.B. Sostoyanie kaliya i ego rezervov v gornyh korichnevyyh pochvah Uzbekistana// Pochvovedenie i agrohimiya. – 2023. № 3. - S. 5–21.
19. Shajmuhamedov M.SH., Voronina K.A. Metodika frakcionirovaniya organo-glennykh kompleksov pochv s pomoshch'yu laboratornykh centrifug// Pochvovedenie. –1972. – № 8. – S. 134–138.
20. Rozanov B.G. Morfologiya pochv. – M.: MGU, 1983. – 320 s.

## ТҮЙІН

А. Ахатов<sup>1</sup>, В. Нұрматова<sup>1\*</sup>, С. Бөриев<sup>1</sup>

## ӨЗБЕКСТАН СУАРМАЛЫ ЖӘНЕ ТЫҢ БОЗ ТОПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ МЫС, МЫРЫШ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОРЛАРЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫ

<sup>1</sup>Орталық Азия қоршаған орта және климаттың өзгеруі университеті (Green University) жанындағы Қоршаған орта және табиғатты қорғау технологиялары ғылыми-зерттеу институты және Өзбекстан Республикасы Экология, қоршаған ортаны қорғау және климаттың өзгеруі министрлігі, 100043, Ташкент, Бунёдкор даңғылы, 7а, Өзбекстан,

\*e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

Зерттеудің мақсаты Өзбекстанның Ташкент облысы, Ташкент-Келес геоморфологиялық округінің тың, жаңа суарылатын, ескі суармалы типтік боз топырақ профилі бойынша мыс пен мырыш қорларының мөлшері мен таралуын бағалау болды. Зерттелетін тың және суармалы типтік боз топырақ орташа сазды гранулометриялық құраммен сипатталады. Жоғарғы горизонттағы мыстың жалпы мөлшері 18-ден 27 мг/кг-ға дейін, мырыш 55-тен 104 мг/кг-ға дейін өзгереді. Тұнбалы фракцияның үлесі 12-ден 24%-ға дейін. Мыс пен мырыш қоры анықталды – тұрақсыз, жақын және әлеуетті. Егістік горизонттағы мыс қорының жалпы құрамнан ауытқуы анықталды: тұрақсыз 1-ден 6%-ға дейін, потенциал 33-тен 52%-ға дейін, жақын, жалпы құрамда басым 64%. Егістік горизонттағы мырыш қорының мөлшері: тұрақсыз 6-дан 18%-ға дейін, 16-дан 44%-ға дейін, потенциалды, жалпы құрамда 55%-ға дейін басым. Егістік горизонтында мыс пен мырыштың ерімейтін түрлерінің жинақталуы байқалады, бұл суға төзімді құрылымдардың пайда болуына байланысты топырақтардың су эрозиясына төзімділігін арттырады. Мыс пен мырыштың жақын және әлеуетті қорлары айтарлықтай көп мөлшерде, ал лабильділері азырақ мөлшерде ұсынылғаны анықталды. Мыстың және оның қорының зерттелетін топырақтарда таралуы біркелкі емес және мыс пен мырыштың жалпы құрамын да, олардың қорын да, лай фракциясындағы құрамын да арттыратын суару және топырақ өңдеу жасы сияқты көптеген факторларға байланысты екені анықталды.

Түйінді сөздер: боз топырақ, типтік, жаңадан суарылатын, ескі суармалы, тың, мыс, мырыш.

## SUMMARY

A. Akhatov<sup>1</sup>, V. Nurmatova<sup>1\*</sup>, S. Buriev<sup>1</sup>

## STATE OF COPPER, ZINC AND THEIR RESERVES IN IRRIGATED AND VIRGIN SERIOZEMS OF UZBEKISTAN

<sup>1</sup>Research Institute of Environment and Nature Protection Technologies under Central Asian University of Environment and Climate Change (Green University) and Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan,

100043, Tashkent, Bunyodkor avenue, 7a, Uzbekistan,

\*e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

The aim of the study was to assess the content and allocation of copper and zinc reserves, as well as their distribution in the profile of virgin, newly irrigated, old-irrigated typical sierozem

of the Tashkent-Keles geomorphological district, Tashkent region of Uzbekistan. The studied virgin and irrigated typical sierozems are characterized by medium loamy granulometric composition. The total copper content in the upper horizon varies from 18 to 27 mg / kg, zinc from 55 to 104 mg / kg. The share of clay fraction is from 12 to 24%. Copper and zinc reserves were identified - labile, near and potential. Fluctuations in copper reserves, from the total content, in the arable horizon were revealed: labile from 1 to 6%, potential from 33 to 52%, near, dominating in the total content 64%. The content of zinc reserves in the arable horizon: labile from 6 to 18%, near from 16 to 44%, potential, dominating in the total content up to 55%. In the arable horizon, there is an accumulation of insoluble forms of copper and zinc, which increases the resistance of soils to water erosion due to the formation of water-resistant structures. It was found that the near and potential reserves of copper and zinc are presented in a fairly large amount, and the labile in a slightly smaller amount. It was found that the distribution of copper and its reserves in the studied soils is uneven and depends on many factors, such as the age of irrigation and soil cultivation, which increase both the total content of copper and zinc, their reserves, and their content in the clay fraction.

*Keywords:* sierozem, typical, newly irrigated, old-irrigated, virgin, copper, zinc.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ахатов Абдусамад – старший научный сотрудник лаборатории защиты земельных ресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org//0000-0002-4895-2372>, e-mail: akhatov.2020a@gmail.com

2. Нурматова Виктория Борисовна – старший научный сотрудник лаборатории технологии защиты водных ресурсов, ORCID ID: <https://orcid.org//0000-0001-9610-1727>, e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

3. Буриев Салимжан Самеджанович – Вр.и.о. директора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org//0000-0002-7585-8576>, e-mail: eco\_nii@uznature.uz