

УДК 58.01/.07
AGRIS F30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/05>

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ БЕСИТЧАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

©*Мусаев В. Р., Гянджинский государственный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, Vusal729@gmail.com*

HEAVY METALS IN SOILS AND PLANTS OF THE BESITCHAY STATE RESERVE OF THE EAST-ZANGEZUR ECONOMIC REGION OF AZERBAIJAN

©*Musayev V., Ganja State University, Ganja, Azerbaijan, Vusal729@gmail.com*

Аннотация. В представленной статье подробно приведены географическое положение, рельеф, геолого-геоморфологическое строение, климат, почвенно-растительный покров Беситчайского государственного заповедника, а также проанализировано содержание тяжелых металлов как в почвах, так в растениях. Проанализированы результаты наличия тяжелых металлов и их миграция по почвенному профилю окультуренных горных серо-коричневых и горнолесных коричневых почвах.

Abstract. The presented article details the geographical location, relief, geological and geomorphological structure, climate, soil and vegetation cover of the Besitchay State Reserve, and also analyze the content of heavy metals both in soils and in plants. The results of the presence of heavy metals and their migration along the soil profile of cultivated mountain gray-brown and mountain forest brown soils are analyzed.

Ключевые слова: Беситчайский заповедник, тип почвы, тяжелые металлы, растительные сообщества.

Keywords: Besitchay Nature Reserve, soil type, heavy metals, plant communities.

В Указе Президента Азербайджанской Республики была определена цель создания и развития страны с чистой окружающей средой и «зеленым ростом» (<https://president.az/ru/articles/view/50474>). Важное место в рамках приоритета в реализации прогрессивных методов, занимает биомониторинг. Целесообразно проведение исследований по выявлению наличия тяжелых металлов в почвах и в растительных сообществах. Необходимо комплексное изучение морфоэкогеографического состояния и аккумуляции тяжелых металлов в окружающей среде. При активном хозяйствовании разрушаются неустойчивые природные ландшафты (леса, луга, пастбища), расширяется сеть оврагов в результате паводков, оползней, водной эрозии, а также широко распространена ирригационная эрозия, повторное засоление почв и сотни тысяч гектаров плодородных земель выводятся из оборота в результате антропогенного вмешательства [1, 2].

Актуальность исследований связана с расположением Беситчайского заповедника. За последние 30 лет подобные исследования проводятся впервые. Это представляет определенный интерес анализа современного состояния экосистемы и выявление экологических особенностей изучаемых растений.

Методы исследования

Беситчайский государственный природный заповедник расположен в ущелье реки Беситчай, в Зангеланском районе, в пределах Восточно-Зангезурского экономического района (39°03'09" с. ш., 46°36'46" в. д.). Заповедник создан с целью сохранения зарослей редкого вида естественного восточного платана — чинара.

Беситчайский заповедник является самым маленьким заповедником республики. Его площадь составляет 107 га. Основным родом деревьев покрытой лесом площади является восточный чинар. Территория заповедника относится к умеренно-теплому виду климата с засушливыми зимами и жарким летом. Известно, что в мире существует 7 видов чинара. В Азербайджане растет лишь один из его видов — восточный платан. Учитывая многостороннее значение восточного платана, небольшое распространение в мире, редкость данного вида и значительное его сокращение, имя его было занесено в «Красную Книгу» Азербайджана.

Территория заповедника имеет гипсометрический уровень $h=600-800$ м над у. м., площадь — 107 га. Его длина составляет 15 км, а ширина достигает 150–200 м. Являясь самым маленьким заповедником страны, заповедник занимает 79,4% территории, 0,001% площади Азербайджана и 0,005% общей площади заповедников Республики [3].

Почвенные и растительные образцы взяты для определения наличия тяжелых металлов, расположены на правом берегу Беситчая у поселка Гарагоз, на террасе долины реки, на высоте 389 м над уровнем моря. Методы изучения — стандартные. Почвенные образцы брались из пахотного слоя 0–30 см, через каждые 10 см. Типы почв определялись на основе полевых исследований. В работе использовалась почвенная карта [4].

Почвенный покров заповедника и его окрестностей покрыт двумя типами почв: бурыми горными лесами и аллювиальными лугово-лесными. Количество тяжелых металлов образцов почв и растений определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе (ICP-OES) в Институте овощеводства МСХ АР.

Анализ и обсуждение

Формирование горных складчатостей Малого Кавказа относится к разным геологическим периодам. Основной этап дезинтеграции, создающий характерные черты современного рельефа Малого Кавказа, совпадает с концом плиоценового периода, когда на отдельных участках территории произошли крупные вертикальные поднятия, осложненные разломами и смещениями.

По геоморфологическому расчленению на Малом Кавказе выделяют следующие основные типы рельефа: 1. ледниково-эрозионный; 2. древние выровненные поверхности (пенеплены); 3. морфоскульптурно-тектонические, горно-эрозионные; 4. рельеф молодых (плиоцен-четвертичных) лавовых возвышенностей [5, 6].

Территория заповедника, расположенная на правом берегу Беситчая в основном гористая, на высоте 600–800 м над уровнем моря и состоит из холмов, где распространены преимущественно третичные отложения. Вдоль долины реки тянется узкая аллювиальная равнина. Горы здесь значительно разделены притоками Беситчая [6].

Все основные геологические процессы, происходившие на территории Малого Кавказа с конца олигоцена, были одновременно основными этапами его морфологического развития. Все основные геологические процессы, происходившие на территории Малого Кавказа с конца олигоцена, были одновременно основными этапами его морфологического развития. Многочисленными геологическими исследованиями установлено, что Малый Кавказ вступил

в континентальную фазу в конце олигоцена, что в свою очередь подтверждается наличием олигоценых морских отложений в восточной части. С этого периода вся область Малого Кавказа подвергается неравномерному поднятию, в результате которого в неогене образовались разрывы хребтов, а в четвертичное время — речные террасы. Широко распространены кайнозойские палеогеновые и неогеновые отложения, а в долине реки — аллювиальные отложения [6, 7].

Территория заповедника относится к умеренно-теплому типу климата с сухой зимой и жарким летом. Суммарная солнечная радиация в районе 130, а годовой радиационный баланс 48 ккал/см². Годовая сумма солнечных часов достигает 2200–2500; общая активная температура 4100–4300°C, что положительно сказывается на нормальном развитии растений. Годовая температура воздуха 13°C; абсолютная минимальная температура составляет 210°C, а абсолютная максимальная температура достигает 410°C. Количество годовых осадков составляет 600 мм. Снежный покров в основном тонкий (10–20 см), в отдельные годы его мощность достигает 70–80 см. Относительная влажность воздуха составляет 60–70% [8].

Гидрографию Беситчайского заповедника и его окрестностей в основном составляют Беситчай и его притоки, такие как Собчай, Топчай, Шихауз. Длина Беситчая 44 км, площадь бассейна 354 км². Исток его начинается от Зангезурского хребта и впадает в Аракс. Питание в основном снеговое, дождевое и частично подземные воды. Случаются наводнения. Большая часть ее годового стока приходится на весну и осень, поскольку летом она используется для орошения и его воды иногда не доходит до реки Аракс [9].

Природно-ландшафтные зоны на территории заповедника не очень разнообразны: 79,4% площади покрыты лесом, 14% — редколесьем. 6,5% не покрытых лесами площадей покрыты песчано-каменистыми отложениями Беситчая. Основной древесной породой лесной зоны является восточный платан. Здесь формируется в основном один тип леса — платаново-разнотравные леса. Виды тополя также смешаны с платаном со стороны реки. На территории Беситчайского государственного заповедника по долинам рек сформировались преимущественно орошаемые аллювиально-луговые почвы, а на прилегающих территориях заповедника — окультуренные горные серо-коричневые и горнолесные коричневые почвы. Почвообразующие породы состоят из известняковых конгломератов и гажевых делювиальных отложений.

Загрязнение окружающей среды стала одной из важнейших задач современности. Тяжелые металлы имеют способность накапливаться в почвах и через них попадать в пищевые продукты, в определенной степени способствуют деградации почв и в целом относятся к негативным явлениям окружающей среды. Наибольшее значение по токсичности имеют такие тяжелые металлы, как ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, ванадий, цинк, медь, кобальт, молибден и никель. Они входят в активный биологический круговорот веществ. Почва обладает определенной емкостью обмена и погложительной способностью. Загрязнение почв тяжелыми металлами происходит из воздуха, при поливе сточными водами, при выработке нефтепродуктов, выхлопными газами, при внесении органических (богатых кадмием), фосфорных (имеют примеси урана и свинца) удобрений, при применении пестицидов (препаратов с ртутью) [10]. В связи с тем, что почва является объектом аккумулирующим и поставляющим тяжелые металлы в биологическую цепь, интерес к изучению ее состава возрастает с каждым годом. Необходимо учитывать, что ежегодно за счет атмосферных выбросов в почву поступают 350 кг/га вредных веществ [11]. Изучению наличия тяжелых металлов в почве посвящено достаточно работ как зарубежных, так и азербайджанских ученых [12–14].

В Азербайджане изучению микроэлементов в целом в системе грунтовые воды – почва – растения – атмосфера уделено большое внимание [15, 16].

Почва, являясь неотделимой частью любого наземного биогеоценоза и биосферы в целом, выполняет ряд экологических функций, в том числе глобальных биосферных, обеспечивающих стабильность биосферы и саму возможность существования жизни на земле [17, 18]. В настоящее время принято деление экологических функций почвы на две большие группы: экосистемные (биогеоценозические) функции почвы и глобальные (биосферные) функции почвенного покрова [19].

Возрастающее загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами стало одной из важных экологических проблем современности. Аккумуляция тяжелых металлов почвой и включение их в пищевые цепи представляет серьезную угрозу для здоровья человека. Загрязнение природных экосистем в результате глобального трансграничного переноса тяжелыми металлами, региональных и локальных техногенных процессов изучено относительно хорошо [20, 21].

Практически все проблемы, с которыми сталкивается цивилизация при взаимодействии с почвами, являются экологическими. Почва практически всегда оставалась «кормилицей» цивилизации и со стороны этой кормилицы до недавних пор человечеству шли только дары. Человечество привыкло к мысли, что от почвы никакой беды быть не может. Однако в последнее время специалисты, а затем все большая часть общества стали понимать, что опасность человечеству несет не только загрязненный воздух, отравленные воды и погибающая растительность, но и деградирующие почвы: гибель почв и их потери принесут цивилизации гораздо большие проблемы, чем быстро возобновляющиеся другие компоненты биосферы [22, 23].

Тяжелые металлы поглощаются растениями и бактериями в низких концентрациях. Можно сказать, что тяжелые металлы как Zn, Fe, Cu, Mn, Mo и др. необходимы почти всем живым организмам в небольших количествах. Однако поглощение их живыми организмами в больших количествах считается опасным. Особенно токсичны и вредны в любой концентрации свинец (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As), ртути (Hg) и их соединения. По степени опасности для живых организмов тяжелые металлы (ТМ) подразделяются на 3 группы: 1. Сверхтоксичные — Cd, As, Hg, Pb, Se и Zn. 2. Токсичные — В, Co, Cu, Ni, Sb, Cr. 3. Слаботоксичные — Ba, V, W, Mn, Sr. Распределение наиболее важных тяжелых металлов в почвах исследованной нами территории приводятся в Таблице 1. Эти параметры показывают уровни содержания металлов, но не дают ответа о степени относительной обогащенности почв отдельными микроэлементами в сравнении с кларками почв.

Свинец (Pb) является элементом входящей в 4 группу в периодической системе. Среднее его количество в почве составляет $1 \times 10^{-3}\%$. По данным В. В. Докучаева, количество свинца в гранитном слое земной коры составляет 108864×10^9 т. Его количество в живых организмах и воде составляет 1×10^{-4} и 3×10^{-3} % соответственно [19]. Количество свинца практически не различается в зависимости от типа почвы. Его прямая связь с гумусом накапливающиеся преимущественно в верхнем слое профиля почвы практически не изучена. Однако его связь с органическим веществом влияет на его распределение по профилю почвы. Pb накапливается преимущественно в илистой фракции почвы (более 50%). Связь свинца с органическим веществом почвы и минеральными компонентами очень слабая и количество его составляет 5×10^{-4} мг/м³. В атмосферу он попадает в результате деятельности человека, главным образом, с выхлопными газами автомобилей. ПДК в атмосферном воздухе составляет 0,3 мг/м³, а в водном бассейне — 30 мг/м³. По Войткевичу (1990) ПДК свинца для

почв — 35 мг/кг (2–300). В зависимости от гранулометрического состава почвы меняется его концентрация. Так, этот показатель равен 32 мг/кг в песчаных и супесчаных почвах, 65 мг/кг в глинистых и суглинистых кислых почвах, 130 мг/кг в почвах с тяжелым гранулометрическим составом с нейтральной средой. Свинец имеет достаточно высокие показатели в осадочных отложениях, в некоторых случаях превышающие геохимический фон. Как следует из Таблицы 1, на окультуренных горные серо-коричневых и горнолесных коричневых почвах концентрация свинца не проявлено по горизонтам профиля.

Таблица 1

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
 В ПОЧВАХ БЕСИТЧАЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА, мг/л [24]

Глубина, см	Pb	Mn	Fe	Ni	Cd	Zn
Кларки						
	20	4,0–170	2,5–4,5	4,0	0,05–0,09	0,2–8,0
Окультуренные горные серо-коричневые почвы						
0–10	0	1,03	13,5	0	0	0,04
10–20	0	0,8	3,51	0	0	0
20–30	0	0,4	2,95	0	0	0
Горнолесные коричневые почвы						
0–10	0	0,56	13,91	0	0	0,06
10–20	0	1,20	8,23	0	0	0
20–30	0	0,9	10,3	0	0	0

Кадмий (Cd) был открыт немецким ученым Фридрихом Штраух Мейером. Это белый, светло-голубой металл, нерастворимый в щелочной среде и слабо растворимый в кислой среде. Включен в список опасных металлов, нарушающих биосферу. Для Cd характерен длительный период накопления и разложения в живых организмах. Его количество (кларк) в земной коре составляет $1,82 \times 10^{-5}\%$, а в живых организмах — $2 \times 10^{-7}\%$. Количество Cd в почве невелико и зависит от его концентрации в почвообразующей породе. Например, в черноземах он составляет $1-10^{-5}\%$, что в несколько раз ниже его количества в растениях. Количество Cd в почвах гнейсового и гранитного происхождения выше, чем в известняковых почвах. Опасность Cd для живых организмов обусловлена его легким перемещением в различных элементах окружающей среды и по пищевой цепи, накопление, которого в организме приводит к образованию различных заболеваний. Cd попадает в почву через воздух и воду и вызывает различные изменения. Влияет на микроорганизмы и растения в почве, изменяя их видовой состав, а также химический состав почвы, интенсивность эрозионного процесса в почве, морфологическую структуру и даже возраст почвы [19]. Среднее его количество в почве составляет 0,5 мг/кг. По мнению Виноградова, большое его количество в почве приводит к гибели почвенных микроорганизмов. Для почв ПДК составляет 0,35 мг/кг (0,010–2,0). Как следует из Таблицы 1, на окультуренных горных серо-коричневых и горно-лесных коричневых почвах Cd себя не проявило как в верхнем 0-10 см слое, так и по возрастанию глубины до 30 см. Причем а кадмию в отличии от многих элементов имеющих тенденцию к смыванию с поверхности почв и накапливанию в нижних слоях, присущи свойства накапливаться в верхнем слое почв и плохо поддаваться разрушению в естественной среде.

Марганец (Mn) встречается преимущественно в черноземах и горнолесных бурых почвах Азербайджана, его количество в верхнем слое почвы составляет 460–1220 мг/кг. На

окультуренных горных серо-коричневых почвах его значение в верхнем 0–10 см слое составляет 1,03 мг/л, незначительно превышающих ПДК, снижаясь к нижнему 10–20 см слою до 0,8 мг/л и еще на половину в 20–30 см глубине составляя 0,4 мг/л. На горно-лесных коричневых почвах концентрация марганца на верхнем 0–10 см слое профиля составляет 0,56 мг/л, в 2 раза увеличиваясь и превышая ПДК к нижнему слою — 1,20 мг/л, и вновь понижаясь в слое 20–30 см до 0,9 мг/л. Показатели марганца превышают ПДК только в верхнем и среднем горизонтах почвенного профиля соответственно по типам почв

Цинк (Zn) входит во 2 группу и относится к высоко опасным. Его среднее количество в почве составляет $5 \times 10^{-3}\%$, 6×10^{-3} мг/кг — в кислых почвах и 8×10^{-3} мг/кг — в пахотных почвах. Количество цинка велико в гумусовом слое почвы и постепенно снижается к нижним слоям. Он является одним из основных биофильных элементов и входит в состав некоторых ферментов. Среднее количество цинка в почве составляет $5 \times 10^{-3}\%$. ПДК для почв установлен 90 (1–900) мг/кг. Как следует из Таблицы 1, на окультуренных горных серо-коричневых почвах значения цинка также очень малы, и проявляются только в верхнем 0–10 см слое почвы.

Никель (Ni) — элемент 7 группы периодической системы. Это липкий, твердый, серебристо-белый металл группы железа. Двухвалентные соединения чаще встречаются в почве и в почвообразующих породах. Накопление никеля в верхнем слое почвы связано с его биологической активностью. Количество никеля в земной коре составляет 0,02%, в почвах $4 \times 10^{-3}\%$, в растениях равно $5 \times 10^{-5}\%$. ПДК для почв составляет 50 (2–750) мг/кг [18, 19]. Количество никеля в песчаных почвах тесно связано с количеством железа и магния. Это, в свою очередь, зависит от типа и гранулометрического состава почвы. В почве никель поглощается глинистыми минералами. Он накапливается в верхних и средних слоях почвы. Его накопление в верхних слоях связано с составляющими, а в нижних слоях — с горными породами. Его распределение по слоям профиля почв зависит от ряда факторов: климатических условий, степени разложения органических веществ, ее состава и др. Более богаты никелем суглинистые почвы с легким гранулометрическим составом, богатые илистыми частицами и органическими веществами. Показатели никеля также равны нулю и не проявляются в профиле почвы.

Железо (Fe) относится к 8 группе периодической системы и имеет серебристо белый цвет. Является самым распространенным металлом после алюминия, Распространенность железа в земной коре 4,65%, в соленой морской воде его очень мало 0,002–0,02 мг/л, а в пресной воде больше — 2 мг/кг. В лесных и сухостепных почв, показатели железа превысили показатели всех тяжелых металлов на порядок, составляя в верхнем 0–10 см слое окультуренных горных серо-коричневых почв 13,5 мг/л, превышая ПДК почти в 3 раза, а в горно-лесных коричневых почвах в аналогичном слое — 13,91 мг/л. С увеличением глубины происходит снижение концентрации. Так в слое 10–20 см их значения по типам почв соответственно составили 3,52 и 8,23 (мг/л), превышая ПДК незначительно. В 20–30 см глубине окультуренных горных серо-коричневых почв значения концентрации железа понижается до 2,95 мг/л, а на горнолесных коричневых почвах наоборот увеличивается до 10,3 мг/л превышая ПДК в 2 с лишним раза.

На территории Беситчайского государственного заповедника для определения наличия тяжелых металлов были взяты образцы нескольких видов растений: дубравник беловойлочный (*Teucrium polium* L.), мальва (*Malva* L.), ива белая или ветла (*Salix alba* L.), гребенщик Кочи (*Tamarix kotschy* Bunge) и платан восточный (*Platanus orientalis* L.) (Таблица 2).

Таблица 2

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ БЕСИТЧАЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА,
 мг/л (<https://www.plantarium.ru/>)

Вид растения	Рисунок	Mn	Fe	Ni	Cd	Zn	Pb
		ПДК					
		0,3-1000	4,20	0,02-4	0,05-0,9	1,4-600	02-20
<i>Teucrium polium</i> L.		28,26	7,52	0	0	213	0
<i>Malva</i> L.		28,44	9,25	0	0	244	0
<i>Salix alba</i> L.		25,49	7,41	0	0	249	0
<i>Tamarix kotschyi</i> Bunge		24,46	6,72	0	0	213,5	0
<i>Platanus orientalis</i> L.		28,36	6,43	0	0	242	0

Растения различаются по степени поглощения микроэлементов. Так, сорняки и ядовитые грибы усваивают цинк быстрее, чем почва. При недостатке или избытке цинка нарушается биосинтез витаминов (В₁) и ростовых веществ-ауксинов. Его дефицит проявляется у растений в самостоятельной форме. Потребность растения в цинке зависит от его климатических условий. Повышает устойчивость растения к жаре и холоду. При недостатке цинка происходит пожелтение верхних листьев деревьев. Среднее количество цинка в живом организме составляет $2 \times 10^{-3}\%$. Его количество в растениях варьируется в зависимости от количества в почве и вида растения. Количество цинка в разных органах растения различно. Например, его больше в зерне злаков, чем в отрубях. Более

чувствительны к нехватке этого элемента фруктовые деревья и цитрусовые растения.

В проведенных исследованиях свинец, кадмий и никель не проявили себя как в почве, так и в растениях, что нельзя сказать о цинке. Если в почвах цинк отсутствовал, то в растениях несмотря даже на превышения ПДК, его накопление — существенно. Его значение в *Teucrium polium* L. — 213 мг/л, *Malva* L. — 244 мг/л, *Salix alba* L. — 249 мг/л, *Tamarix kotschyi* Bunge — 213,5 мг/л и *Platanus orientalis* L. — 242 мг/л. Как видно из Таблицы 2, наибольшее накопление цинка приходится на долю *Salix alba* L. — 249 мг/л.

Вторым элементом по содержанию в растениях является марганец: *Teucrium polium* L. — 28,26 мг/л, *Malva* L. — 28,44 мг/л, *Salix alba* L. — 25,49 мг/л, *Tamarix kotschyi* Bunge — 24,46 мг/л, *Platanus orientalis* L. — 28,36 мг/л. Содержание железа: 7,52, 9,25, 7,41, 6,72 и 6,43 мг/л.

На основании анализа полученных фактических данных можно судить о том, что в почвах Беситчайского государственного заповедника содержание тяжелых металлов в целом благоприятно. Это связано с удаленностью от магистральных дорог, отсутствием промышленных объектов.

Список литературы:

1. Керимов А. М., Самедов П. А. Экологические и энергетические пути повышения производительности почв. Их проблемы и прикладное значение. Рига: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 135 с.
2. Султан-заде Ф. В. Биоразнообразие и ее охрана. Баку: Чашыюглу, 2015. 280 с.
3. Мамедов Г. Ш., Исмаилов Н. М. Научные основы и принципы районирования почв Азербайджана по устойчивости к загрязнению органическими веществами. Баку: Элм, 2006. 204 с.
4. Исмаилов А. И., Бабаев М. П., Гасанов В. Г., Гусейнова С. М. Почвенная карта Азербайджана по экономическим районам. М: 1:200000. Баку, 2022.
5. Антонов Б. А. Геоморфология и вопросы новейшей тектоники юго-восточной части Малого Кавказа. Баку: Элм, 1971. 162 с.
6. Салаев М. Э. Почвы Малого Кавказа: (В пределах АзССР). Баку: Изд-во АН АзССР, 1966. 329 с.
7. Азизбеков Ш. А. Геология и петрография северо-восточной части Малого Кавказа. Баку: Изд-во Акад. наук Азерб. ССР, 1947. 300 с.
8. Мадатзаде А. А., Шихлинский Э. М., Кавецкая Г. Г. Климат Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1968. 343 с.
9. Рустамов С. Г., Кашкай Р. М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1989. 180 с.
10. Alieva T. D., Akhundova N. M., Abdinov D. S. Determination of thermal conductance of small cross-section semiconductors // *Zavodskaya Laboratoriya*. 2001. V. 67. №10. P. 29-31.
11. Мамедов О. Г., Ахундова А. Б., Мугалинская Э. А., Теймурова Т. С. Загрязнение почв и растений придорожной полосы автомагистрали выбросами автотранспорта // *Исследования по почвоведению и агрохимии*. Сб. тр. Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. 1999. Т. 15. С. 309-315.
12. Thornton I. Metal contamination of soils in UK urban gardens: Implications to health // *Contaminated Soil: First International TNO Conference on Contaminated Soil 11–15 November, 1985, Utrecht, The Netherlands*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. С. 203-209. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5181-5_26

13. Vesper S. J., Craig Weidensaul T. Effects of cadmium, nickel, copper, and zinc on nitrogen fixation by soybeans // *Water, Air, and Soil Pollution*. 1978. V. 9. P. 413-422. <https://doi.org/10.1007/BF00213536>
14. Williams S. E., Wollum A. G. Effect of cadmium on soil bacteria and actinomycetes. *American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America*, 1981. V. 10. №2. P. 142-144. <https://doi.org/10.2134/jeq1981.00472425001000020003x>
15. Перельман А. И. Касимов Н. С. *Геохимия ландшафта*. М.: МГУ, 1999.
16. Сулейманов М. А. Ландшафтно-экологические проблемы природопользования в Азербайджанской Республике // *Окружающая среда и экология: Материалы научно-методической конференции*. Баку, 1997. С. 66-68.
17. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. *Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами*. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 231 с.
18. Ковда В. А. *Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана*. М.: Наука, 1981. 182 с.
19. Ковда В. А. *Биогеохимия почвенного покрова*. М.: Наука, 1985. 263 с.
20. Глазовская М. А. *Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР*. М.: Высшая школа, 1988. 327 с.
21. Глазовская М. А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям // *Почвоведение*. 1999. №1. С. 114-124.
22. Вернадский В. И. *Живое вещество и биосфера*. М.: Наука, 1994. 669 с.
23. Волобуев В. Р. *Экология почв*. Баку: Изд-во Акад. наук АзССР, 1963. 260 с.
24. Sillanpaa M. *Micronutrient assessment at the country level: an international study*. 1990.

References:

1. Kerimov, A. M., & Samedov, P. A. (2019). *Ekologicheskie i energeticheskie puti povysheniya proizvoditel'nosti pochv. Ikh problemy i prikladnoe znachenie*. Riga. (in Russian).
2. Sultan-zade, F. V. (2015). *Bioraznoobrazie i ee okhrana*. Baku. (in Azerbaijani).
3. Mamedov, G. Sh., & Ismailov, N. M. (2006). *Nauchnye osnovy i printsipy raionirovaniya pochv Azerbaidzhana po ustoichivosti k zagryazneniyu organicheskimi veshchestvami*. Baku. (in Azerbaijani).
4. Ismailov, A. I., Babaev, M. P., Gasanov, V. G., & Guseinova, S. M. (2022). *Pochvennaya karta Azerbaidzhana po ekonomicheskim raionam*. M: 1:200000. Baku. (in Azerbaijani).
5. Antonov, B. A. (1971). *Geomorfologiya i voprosy noveishei tektoniki yugo-vostochnoi chasti Malogo Kavkaza*. Baku. (in Russian).
6. Salaev, M. E. (1966). *Pochvy Malogo Kavkaza: (V predelakh AzSSR)*. Baku. (in Russian).
7. Azizbekov, Sh. A. (1947). *Geologiya i petrografiya severo-vostochnoi chasti Malogo Kavkaza*. Baku. (in Russian).
8. Madatzade, A. A., Shikhliniskii, E. M., & Kavetskaya, G. G. (1968). *Klimat Azerbaidzhana*. Baku. (in Russian).
9. Rustamov, S. G., & Kashkai, R. M. (1989). *Vodnye resursy Azerbaidzhanskoi SSR*. Baku. (in Russian).
10. Alieva, T. D., Akhundova, N. M., & Abdinov, D. S. (2001). Determination of thermal conductance of small cross-section semiconductors. *Zavodskaya Laboratoriya*, 67(10), 29-31. (in Russian).
11. Mamedov, O. G., Akhundova, A. B., Mugalinskaya, E. A., & Teimurova, T. S. (1999).

Zagryaznenie pochv i rastenii pridorozhnoi polosy avtomagistrali vybrosami avtotransporta. Issledovaniya po pochvovedeniyu i agrokhemii. *Sb. tr. Instituta pochvovedeniya i agrokhemii NAN Azerbaidzhana*, 15, 309-315.

12. Thornton, I. (1986). Metal contamination of soils in UK urban gardens: Implications to health. In *Contaminated Soil: First International TNO Conference on Contaminated Soil 11–15 November, 1985, Utrecht, The Netherlands* (pp. 203-209). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5181-5_26

13. Vesper, S. J., & Craig Weidensaul, T. (1978). Effects of cadmium, nickel, copper, and zinc on nitrogen fixation by soybeans. *Water, Air, and Soil Pollution*, 9, 413-422. <https://doi.org/10.1007/BF00213536>

14. Williams, S. E., & Wollum, A. G. (1981). *Effect of cadmium on soil bacteria and actinomycetes* (Vol. 10, No. 2, pp. 142-144). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2134/jeq1981.00472425001000020003x>

15. Perelman, A. I. & Kasimov, N. S. (1999). Geokhimiya landshafta. Moscow. (in Russian).

16. Suleimanov, M. A. (1997). Landshaftno-ekologicheskie problemy prirodopol'zovaniya v Azerbaidzhanskoi Respublike. In *Okruzhayushchaya sreda i ekologiya: Materialy nauchno-metodicheskoi konferentsii*, Baku, 66-68. (in Russian).

17. Kolesnikov, S. I., Kazeev, K. Sh., & Val'kov, V. F. (2000). Ekologicheskie posledstviya zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami. Rostov n/D. (in Russian).

18. Kovda, V. A. (1981). Pochvennyi pokrov, ego uluchshenie, ispol'zovanie i okhrana. Moscow. (in Russian).

19. Kovda, V. A. (1985). Biogeokhimiya pochvennogo pokrova. Moscow. (in Russian).

20. Glazovskaya, M. A. (1988). Geokhimiya prirodnykh i tekhnogennykh landshaftov SSSR. Moscow. (in Russian).

21. Glazovskaya, M. A. (1999). Problemy i metody otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv i pochvennogo pokrova k tekhnogennym vozdeistviyam. *Pochvovedenie*, (1), 114-124. (in Russian).

22. Vernadskii, V. I. (1994). Zhivoe veshchestvo i biosfera. Moscow. (in Russian).

23. Volobuev, V. R. (1963). Ekologiya pochv. Baku. (in Russian).

24. Sillanpaa, M. (1990). *Micronutrient assessment at the country level: an international study*.

Работа поступила
в редакцию 16.08.2023 г.

Принята к публикации
24.08.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Мусаев В. Р. Тяжелые металлы в почвах и растениях Беситчайского государственного заповедника Восточно-Зангезурского экономического района Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №10. С. 41-50. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/05>

Cite as (APA):

Musayev, V. (2023). Heavy Metals in Soils and Plants of the Besitchay State Reserve of the East-Zangezur Economic Region of Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice*, 9(10), 41-50. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/05>

