

Сариева Н.А.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЖЕРУЙ»**

N.A. Sarieva

**BIOGEOCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL AND VEGETATION GOLD DEPOSIT «JERUY»**

УДК:574.550.47.575.2

*В статье представлены результаты комплексных эколого-биогеохимических исследований, дана оценка современного состояния почвенно-растительного покрова и наземных вод, биогеохимическая роль основных химических элементов - Au, Ag, и S в системе «почва-растение», а также содержание гумуса, N, P, K, в районе природной золоторудной провинции (месторождения) Джеруй.*

*In article it is presented the results complex of ekologo-biogeochemical researches, the assessment of current state of the soil and vegetable cover and land waters, biogeochemical role of the basic chemical elements - Au, Ag, and S in soil-plant system and also the maintenance of a humus, N, P, K near the natural gold province (field) of Dzheruy.*

**Актуальность.** Проблема защиты окружающей среды - важная задача современности мирового масштаба. Основные задачи геохимической экологии и получения информации об элементном составе отдельного живого организма и совокупности их окружающей средой была поставлена перед научным сообществом в начале прошлого века академиком В.И. Вернадским (1). Значительный вклад в ее решение был внесен коллективом Биогеохимической лаборатории («БИОГЕЛ»), созданной впервые в мире, организованной В.И. Вернадским. Определенный вклад в развитие научных знаний об элементном составе живых организмов внесли ученые Кыргызской республики, что отражено в работах последних лет (5, 6, 12, 13, 16).

Активное развитие в последнее десятилетие горнорудной промышленности и процессов эксплуатации технических средств в Республике оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду: атмосферу, водоемы, почву, растительный покров, животный мир, человека. В связи с этим, в Кыргызстане возникли значительные проблемы загрязнения биосферы разными химическими элементами, использования и восстановления природной среды. Экологическая обстановка, сложившаяся в горнодобывающих районах Республики, требует принятия срочных действенных мер. В современном мире традиционные задачи охраны недр и рационального использования минерального сырья представляют главенствующую роль в природоохранной деятельности горных предприятий.

Поэтому было поставлено цель исследования изучения современного состояния почвенно-растительного покрова, наземных вод и эколого-биогеохимическая их оценка основных химических

элементов в системе «почва-растение» в районе природной золоторудной провинции (месторождения Джеруй).

**Материал и методы исследований.**

В период 2004-2010 гг. проведено обследование почвенно-растительного покрова и водной среды района золоторудного месторождения Джеруй. Нами изучены территории проектируемых производственных объектов месторождения и прилегающих территорий. Для анализа были отобраны: пробы воды из малых ручьев (условно названных Плато, Ледниковый и Поселковый) и рек Джеруй, Талас, а также почвенные и растительные образцы (отдельные виды растений и средние пробы травостоя (укос)) на определение содержания золота, серебра, серы и других показателей.

Места отбора проб наносили на рабочие карты. В качестве сравнительного материала использовали материалы анализов проб почв, воды и растений с других территорий Кыргызстана и литературные данные.

При отборе проб в пределах суши, как обычно принято, выделяли типичный участок для данной провинции. На нем были отобраны образцы почвы с горизонтов А и В на глубине 0-20 см (в некоторых случаях до 50 см), надземную часть растений и укосы травостоев (средние пробы) (2, 3,4).

Определение содержания Au и Ag в исследуемых объектах биосферы (почва, растения, вода) проводились атомно-абсорбционными методами на спектрометре МГА-915. Анализы по определению содержания Au и Ag в почвах и растениях были проведены в лаборатории Биогеохимии биолого-почвенного института НАН КР и лаборатории охраны окружающей среды и радиохимии в неорганическом институте на химическом факультете Венского Университета (Австрия) (9, 10, 11).

**Результаты исследований и их обсуждения.**

Джеруйское золотое месторождение расположено в северо-западной части Кыргызской Республики на абсолютной высоте 3600 метров, в 67 км на юго-запад от города Талас. Месторождение открыто в 1969 году, с 1975 по 1984 годы на нем производились геологоразведочные работы. ОАО «Кыргыз-алтын» совместно с предприятием «Norus Resources» (Королевство Великобритания) создало совместное предприятие Таласскую золотодобывающую компанию, целью которой заключалась проведение геологоразведочных работ с последующей разработкой Джеруйского месторождения.

Согласно планам, уровень производства должен был составлять порядка трех метрических тонн золота в год (100,0 унций). Компанией Джеруй-Алтын начата разработка - ТЭО и строительство комбината. Однако, по различным политическим и экономическим причинам (2007г.) строительство приостановлено и перепродано другим иностранным компаниям, в данное время все работы приостановлены и комбинат не функционирует (14).

**Почва.** Почвенный покров Кыргызстана формируется под влиянием жизни горного почвообразовательного процесса. Следовательно, все почвы Кыргызстана являются, по существу горными.

Районы нашего исследования расположены на территории Северо-Кыргызской почвенной (горная Северо-Тяньшаньская) провинции и данная провинция характеризуется умеренно континентальным климатом. Здесь в основном происходит почвообразование полупустынного и степного типов, господствует гранитная кора выветривания (8).

В пределах данной провинции выделяются Таласская и Чуйская под провинции. Особенности почвенного покрова этих под провинций состоят в чередовании северных малокарбонатных сероземов с каштановыми почвами и черноземами, которые сменяются субальпийскими, альпийскими и горнолесными почвами. В западной части Таласской долины почвы менее мощные и более скелетные. Это связано с наличием ветровой эрозии.

В результате исследования почв учеными почвоведомы (10) на территории рудника Джеруй выделены две группы почв - альпийские и субальпийские, разделенные на 4 генетических типа: альпийские луговые почвы, альпийские лугово-степные почвы, субальпийские луговые почвы и субальпийские лугово-степные почвы.

Полевое почвенное исследование проведено в 10 точках, на которых были отобраны образцы для химического анализа: определения содержания гумуса, N, P, K, емкости поглощения, содержания Ai, Ag и S. Согласно данных химического анализа: в гумусовом горизонте этих почв содержание гумуса составляет  $10,25 \pm 1,4\%$ , вниз по профилю почв количество его снижается до  $4,62 \pm 0,93\%$  (в переходном горизонте). Количество общего азота тесно связано с содержанием гумуса в почве. Максимум общего азота содержится в дерновом горизонте ( $0,672 \pm 1,1\%$ ), с постепенным снижением его в нижележащих горизонтах. Содержание валового  $P_2O_5$  слабо зависит от гумусо накопления, в большей мере, количество его обусловлено наличием фосфора в почво- образующей породе. Однако, количество  $P_2O_5$  в верхнем горизонте почв составляет  $0,34 \pm 0,033\%$  с некоторым снижением его в под дерновом и небольшим возрастанием в переходном. Содержание общего калия в почвах зависит от характера почвообразующих пород, т.е. от обогащенности последних калийными соединениями. В дерновом горизонте содержание  $K_2O$  составляет  $3,11 \pm 0,21\%$ , в под дерновом снижается

до  $1,90 \pm 0,34\%$ . Это подтверждают многочисленные литературные материалы.

Результаты анализа показали: в целом, в данной провинции уровень концентрации золота в верхнем слое почвенного покрова - на уровне фона. Однако, его концентрация на участках, расположенных ниже будущего карьера, на левом берегу ручья Поселковский ( $11 \pm 3,2$  мкг/кг), по сравнению с другими участками, в 2 раза выше. По-видимому, это связано с обнажением верхнего слоя почвенных и разрушением горных пород. На нижних участках концентрация золота ниже относительно верхних участков (табл. 1.).

Согласно литературным данным, обогащенность почв макроэлементами довольно существенно отличается по их типам. Во всех типах почв уровень концентрации Ai на уровне фона. Однако, в почвах: лугово-степной альпийской среднемошной, средне-каменистой ( $10 \pm 3,2$  мкг/кг), луговой субальпийской, маломощной, слабокаменистой ( $9 \pm 4,1$  мкг/кг) в 2 раза выше относительно других почв.

Таблица 1

Среднее содержание золота в почвенном покрове по участкам (на сухое вещество)

№	Место отбора образцов	Кол-во проанализированных проб	Среднее содержание мкг/кг
1	Верховье ущелья Джеруй - (выше карьера), верховье р. Плато	12	$8 \pm 2,6$
2	Ниже будущего карьера - левый берег р. Плато	12	$11 \pm 3,2$
3	600 м от точки 2 - левый берег от ручья Плато	12	$10 \pm 2,1$
4	Верховье ручья Поселковский	12	$9 \pm 2,2$
5	Правый берег ручья Поселковский, 1000 м от 4-й точки	12	$10 \pm 1,8$
6	Верховье ручья Ледниковый	12	$9 \pm 1,9$
7	Левый берег ручья Ледниковый	12	$10 \pm 2,5$
8	У моста через р. Джеруй	15	$9 \pm 3,1$
9	Правый берег р. Джеруй - выше фабрики 2 км	15	$7 \pm 2,0$
10	Ниже фабрика 5 км, у р. Джеруй	15	$8 \pm 1,7$
11	500 м от пересеч. трассы Талас-Бишкек (500 м ниже с. Кара-Ой)	15	$7 \pm 1,5$

Содержание серебра в почвах месторождения Джеруй также неравномерно: сравнительно повышено в почвах долины ручьев Ледниковый - лугово-степная альпийская среднемошная слабокаменистая ( $1,36 \pm 0,4$  мг/кг) и Поселковский - лугово-степная альпийская среднемошная, среднекаменистая ( $1,73 \pm 0,3$  мг/кг) и минимум в почвах южного склона долины ручья Плато - луговая альпийская маломощная, средне-каменистая.

В целом уровень концентрации серебра в данном золоторудном месторождении ниже ПДК ( $4,0$  мг/кг), для всех типов почв; в нижних участках наблюдается слабое повышение концентрации, по сравнению с верхними. В данной провинции, также выявлены характерные закономерности для горных

территорий - наблюдается общая тенденция увеличения содержания металлов вниз по профилю почв (например, в почвах на территории, прилегающей, к с. Кара-Ой содержание: Са колеблется в пределах 12000,0 - 14000,0 мг/кг почвы, А1-12900,0-29000,0 мг/кг, Mg - 8207-20088 мг/кг, Fe - 26000,0-39000,0 мг/кг, Na - 883,0-1420,0 мг/кг, P - 670,0-1370,0 мг/кг, К - 3700,0-6400,0 мг/кг).

Несмотря на хорошее задержание поверхности почвы, механическое нарушение может привести к развитию эрозии почв, причем в самом худшем ее проявлении - оврагообразовании. В эрозионном отношении луговые альпийские, среднемошные, слабокаменистые почвы относятся к эрозионно опасным, т.е. при нарушении дернин и усиление поверхностного стока возможен процесс оврагообразования.

**Растительный покров.** Особенности растительного покрова района золоторудного месторождения Джеруй обусловлены его ботанико-географическим положением. Согласно ботанико-географического районирования Земли (7, 15) северный макросклон Таласского хребта, в том числе район рудника Джеруй, относится к Древне средиземно морскому полцарству Голарктического царства, Джунгаро-Тянь-Шаньской провинции Ирано-Туранской области, Киргизскому округу. Район исследований представляет типичную часть Киргизского округа Джунгаро-Тянь-Шаньской провинции. Флора провинции относительно молодая, содержит большое число бореальных элементов, видовой эндемизм не очень высокий.

Растительность Таласского хребта имеет своеобразную поясную структуру, что определяется его географическим положением: в зоне пустынь умеренного пояса Земли, удаленностью от океана, сложностью рельефа и значительными абсолютными высотами вершин хребтов покрытых вечными ледниками и снежниками. В растительном покрове провинции преобладают типы: криофитные низкотравные (альпийские), среднетравные (субальпийские) луга и среднегорные мелкодерновинные степи.

Нами впервые проведен анализ основных химических элементов в объектах окружающей среды данной природной золоторудной провинции, где концентрация Au и Ag в растительном покрове, в целом, на уровне фона и ниже пределов установленной нормы. Наиболее низкие концентрации золота отмечены для субнивальная растительности ( $5 \pm 2,1$  мкг/кг); для серебра - в зарослях кустарников ( $0,7 \pm 0,3$  мкг/кг). Концентрации золота в растительном покрове криофитных низкотравных и среднетравных альпийских лугов составляет соответственно  $8 \pm 4,1$  и  $9 \pm 3,1$  мкг/кг сухого вещества. Содержание Au и Ag в растительном покрове криофитных степей, по сравнению с другими типами, повышено  $11 \pm 3,2$  мкг/кг и  $1,5 \pm 0,4$  мкг/кг, что соответствует литературным данным (табл. 2).

Содержание золота и серебра в разных типах растительности Джеруйской золоторудной провинции

Тип растительности	Концентрация на сухое вещество	
	Au мкг/кг	Ag мкг/кг
1 Субнивальная растительность (Allium atrosanguineum, Poa alpina, Tulipa heterophylla, Primula algida, Ranunculus karelinii.)	$5 \pm 2,1$	$0,8 \pm 0,2$
2 Криофитные низкотравные (альпийские) луга. Формации: Carex stenocarpa, Phlomooides oreophila, Kobresia capilliformis, K.humiiis.	$8 \pm 4,1$	$1, 1 \pm 0,4$
3 Криофитные среднетравные (субальпийские) зопниковые Phlomooides oreophila - луга.	$9 \pm 3,1$	$1,0 \pm 0,4$
4 Криофитные стени - Festuca kryloviana	$11 \pm 3,2$	$1,5 \pm 0,4$
5 Заросли кустарников - Juniperus pseudosabin, , Spiraea hypericifolia, Lonicera microphylla- Cerasus tianschanica.	$7 \pm 2,6$	$0,7 \pm 0,3$

Содержание золота у отдельных видов растений золоторудной провинции Джеруй, в среднем на одном уровне и соответствует содержанию элемента по типам растительности.

Наиболее низкая концентрация золота обнаружена у манжетки отклонено-волосистой (*Alchemilla retropilosa*) -  $7 \pm 4,1$  мкг/кг (но они недостоверны) и высокая - у *Geranium regelii* -  $11 \pm 3,2$  мкг/кг сухого вещества. В криофитных среднетравных лугах концентрация золота, в зопнике горном - (*Phlomooides oreophila*) -  $8 \pm 3,1$ ), у кустарника (*Spiraea hypericifolia* -  $7 \pm 2,1$  и  $9 \pm 1,3$  мкг/кг сухого вещества.) - на уровне фона, но ниже относительно луговой растительности. По литературным данным уровень драгоценного металла - Au в растительном покрове степи выше. Нами выявлено повышение концентрации золота в надземной массе степных растений у двух видов природной золоторудной провинции: герани Регеля (*Geranium regelii*) -  $11 \pm 3,2$  мкг/кг и овсяницы Крылова (*Festuca kryloviana*) -  $11 \pm 2,5$  мкг/кг сухого вещества ( $P > 0,01$ ).

Значительных изменений концентрации в отдельных видах растений по годам (2005, 2009-2010) золота не обнаружено и не выявлено четких закономерностей. Тем не менее, по отдельным видам установлено изменение концентрации золота в надземной части. По нашим наблюдениям это обусловлено климатическими факторами, так как относительно других лет, 2009 год был засушливым, в связи с этим мы предполагаем наличие повышенных содержаний золота в отдельных видах растений: овсяницы Крылова (*Festuca kryloviana*) -  $12 \pm 2,6$  мкг/кг; герани Регеля (*Geranium regelii*) -  $11 \pm 2,2$  мкг/кг; вишни тяньшанской (*Cerasus tianschanica*) -  $11 \pm 3,3$  мкг/кг.

**Заключение.**

Наши материалы подтвердили эти данные в природных условиях Джеруйской золоторудной, а также - многофункциональную роль биоты в миграции химических элементов, тесную их связь с геохимическими процессами. Полученные новые данные о Au, Ag и S взаимодействия с наземными организмами, представляют интерес для биогеохимической оценки окружающей среды, которая имеет большое значение в области медицины, сельском хозяйстве и развитии биотехнологии.

Мы рассчитали средние арифметические значения Ai и Ag в объектах биосферы исследуемого района: почвенном и растительном покрове (табл.3). По уровню загрязнения (токсичности), изученных элементов, коэффициенту концентрации (Kc) они располагаются в следующем порядке:  $Au_{3,8} > Ag_{3,7}$  и в среднем находятся на одном уровне. Из данной таблицы видно, что - Kc больше единицы, т.е. данные элементы, характеризуются слабым накоплением в почве относительно кларков.

Таблица 3

**Средние статистические показатели содержания Ai и Ag в почвенном покрове на территории природной золоторудной провинции Джеруй**

Элементы		lim	Фон	Kc
Ai мкг/кг	8 ±2,1	6-22	2,1	3,8
Ag мг/кг	1,32 ±0,4	0,8-1,9	0,35	3,7

**Примечание** - lim - предел колебания,  $x \pm Sx$  - среднее арифметическое и ее ошибка, Kc - коэффициент концентрации.

Известно, что горным регионам присуща биогеохимическая особенность. Наши эколого-биогеохимические исследования в районе природной золоторудной провинции Джеруй показали: в целом изученные химические элементы (Au, Ag и S) в объектах окружающей среды (почва, вода и растения) находятся на уровне фона, с некоторыми исключениями на отдельных участках, где разрушены почвенный покров и пустые породы, но они на уровне фона. В период нашего биогеохимического исследования в районе Джеруйского золоторудного месторождения визуальная биологическая реакция растений на геохимические факторы среды не прослеживается. В отдельных случаях отмечено засыхание верхушек листьев

растений (более характерно для видов семейства губоцветных).

**Литература:**

1. Вернадский В.И. Биосфера. - Л.:АН СССР.-1926,- 96.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Введ. 1984-12-05. - М.: Изд-во стандартов. 1985. -14 с.
3. ГОСТ 53123-2008. (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. Введ.2008-05-03.-М.: «Стандартинформ». 2009.-60 с.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 1984-07-01. - М.: Изд-во стандартов. 2004. - 3 с.
5. Дженбаев Б.М. Геохимическая экология наземных организмов. - Бишкек, 2009.- 240 с.
6. Калдыбаев Б.К. Эколого-биогеохимическая оценка природно-техногенных экосистем Прииссыккуля. - Бишкек: Олимп, 2010. - 246 с.
7. Камелин Р.В. Флора Сырдариньского Каратау: Материалы к флористическому районированию Средней Азии.-Л., 1990. - 146 с.
8. Мамытов А.М. Почвенные ресурсы и вопросы земельного кадастра Кыргызской Республики. - Бишкек.: Кыргызстан, 1996. - 240 с.
9. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. - М.: Гидрометиздат, 1981. - 108 с.
10. Методические указания по бонитировке почв Кыргызстана [Текст] / [А.М. Мамытов, С.И. Воронов, К.Э. Эсенбаев и др.].- Бишкек, 1994. 52 с.
11. Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах и растениях и их подвижных соединений в почвах [Текст]/М. :ЦИНАО, 1993. -39 с.
12. Мурсалиев А.М., Судницына И. Г., Горбунова Н.В. Биогеохимическая инвентаризация флоры Киргизской ССР. - Фрунзе: Илим, 1976. - 130 с.
13. Ниязова Г.А., Летунова С.В. Роль микроорганизмов почвы и корневой зоны растений в биогенной миграции цинка и свинца в разных геохимических условиях. - Фрунзе.: Илим, 1991. -112 с.
14. Отчет по детальной разведке золоторудного месторождения Джеруй [Текст]: геологические исследования / Северокиргизская ТГЭ, 1980. -124 с.
15. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. - Л.: Наука, 1978.-248 с.
16. Шаршенова А.К., Айдарова З.А. Экология и репродуктивное здоровье женщин // Сов. аспекты адапт. организмов к экстремал. условиям. - Бишкек, 1998. - С.270-274.

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