

**СВИНЕЦ В СУБАЛЬПИЙСКОМ ЛАНДШАФТЕ ЮЖНОГО СКЛОНА
БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

Ф.М.БАБАЕВ, С.А.ИСАЕВ, Г.М.ГАМБАРОВА
Бакинский Государственный Университет
sokratpaleo@rambler.ru

Установлено, что ландшафт в целом характеризуется нижекларковыми содержаниями свинца. В результате выветривания и почвообразования происходит перераспределение содержаний свинца в компонентах ландшафта, в гумусовом горизонте горно-луговых дерновых почв наблюдается концентрация свинца, достигающая уровня содержания в коренных (ааленских) отложениях ($K_{ca} = 1,0$). Воды ландшафта (поверхностные, подземные) слабо выщелачивают свинец из ааленских отложений и почвы ($Kx_1 = Kx_2 = 0,04$). Луговая растительность ландшафта характеризуется средним, слабым и очень слабым биологическим захватом свинца. В почвах в ряде случаев сохраняются характерные для коренных пород взаимозависимости свинца с рядом микроэлементов.

Субальпийские ландшафты южного склона расположены на высотах от 2000- 2200 до 2300-2400 м над уровнем моря. Здесь преобладают крутые склоны, наблюдаются выходы скальных пород. Склоны гор сильно расчленены сетью глубоких речных долин. Густота речной сети составляет 0,6-0,7 км/км². Величина среднегодового стока более 20-25 л/сек/ км². Климат холодный с обильным количеством осадков во все сезоны года. Число дней солнечного сияния за год составляет 92-104, с градом – 5-7, с грозами – 35-45, снежным покровом – 120-160. Суммарная солнечная радиация 136-140 ккал/см². Средняя температура наиболее холодного месяца – ниже минус 3°С, в отдельные дни понижается до минус 25-30°С. Средняя температура наиболее теплого месяца выше 10°С, но ниже 22°С. Среднегодовая температура колеблется в пределах 13-15°С. Среднегодовое количество осадков достигает 1200-1400 мм, за теплый период года выпадает 500-800 мм. Испарение за год составляет 400-600 мм. Относительная влажность за год составляет 150% и выше. Дефицит испарения за год составляет 200-300 мм.

В субальпийском поясе наибольшим развитием пользуются ааленские отложения, область распространения которых наблюдается в водораздельных и приводораздельных частях Главного Кавказского хребта.

Сведения о содержании и распределении химических элементов в ааленских отложениях южного склона азербайджанской части Большого Кавказа имеются в работах М.А.Кашкай, Д.Д.Мазанова, А.Д.Султанова, З.М.Ализаде, А.Д.Султанова, Э.Т.Байрамалибейли и др.

Представлены ааленские отложения глинистыми сланцами, песчаниками

и алевролитами. Отличительной чертой этих отложений является преобладание в их разрезе глинистых сланцев (до 75%). Содержание песчаников не более 12%, алевролитов – 2%, известняков – 0,7%. Нерастворимый осадок составляет 51,12%, содержание CaCO_3 – 42,81%, MgCO_3 – 1,51%, Fe_2O_3 – 3,26%, Al_2O_3 – 2,42%. Величина pH колеблется в пределах 7,0-7,5. Характеризуются ааленские отложения повсеместным отсутствием гуминовых кислот. Постоянными компонентами органического вещества являются битум (0,04-0,036% к породе) и органический углерод (0,27% к породе). Наибольшее количество органического углерода отмечается в глинистых породах, битумы же сконцентрированы в песчаниках (по Мазанову). Характерными минералами ааленских отложений являются бурые гидрослюды железа, лейкоксен, циркон, пирит, мусковит, эпидот, цоизит, хлорит, биотит, амфиболы. Часто встречаются магнетит, ильменит, турмалин, рутил, пироксены. Редко обнаружены гранат, анатаз, брукит, Титанит, гематит, ставролит, апатит, дистен, андалузит, барит, глауконит.

Кларк свинца в литосфере – $1,6 \cdot 10^{-3}\%$. В природе встречается в двух- и четырехвалентной форме. В биосфере больше распространена двухвалентная форма. «В виду особо трудной растворимости ряда солей свинца мы имеем в природе весьма многочисленные и многообразные соединения, образующиеся как соли хлористоводородной, угольной, серной, хромовой, молибденовой, фосфорной и др. кислот» (Ферсман). Свинец образует около 80 минералов, важнейшими из которых являются галенит (PbS), англезит (PbSO_4) и церуссит (PbCO_3). Элемент является халькофильным и миграция его связана с щелочно-кислотными условиями. В кислой среде этот элемент хорошо мигрирует в катионной форме, в нейтральной и щелочной среде он малоподвижен.

По нашим данным в ааленских отложениях свинец обнаружен в 67% проб. Распределение его в этих отложениях подчиняется логнормальной функции. Среднее содержание ($0,9 \cdot 10^{-3}\%$) в ааленских отложениях в 1,8 раз ($0,56\text{KK}_n$) уступает кларку литосферы. В ааленских отложениях наблюдается прямая значимая зависимость содержаний Pb-V, Cr, Ni, Cu, Zn. Наиболее плотная связь отмечалась между содержаниями Pb-Ni, Cr ($r=0,39$ при $r_{5\%}=0,22$), несколько слабее между Pb-Cu ($r=0,31$) и Pb-Zn ($r=0,26$). С титаном и кобальтом связи свинца прямые, но недостигающие 5% уровня значимости. Между содержаниями Pb-Mn наблюдается обратная незначимая взаимозависимость.

В результате выветривания и почвообразования в почвах происходит накопление труднорастворимых соединений свинца, содержания которых достигают уровня содержания в ааленских отложениях ($K_{за} = 1,0$). В отличие от ааленских отложений, закон распределения содержаний свинца в почвах не выявлен. В почвах свинец связан с глинистыми минералами, гидроксидами железа, марганца и алюминия, органическим веществом и карбонатами [4]. Свинец является наименее подвижным элементом среди других тяжелых металлов. По А.П.Виноградову в миграции свинца значительную роль играет органическое вещество почвы, из которого свинец легче извлекается, чем и из минеральной части почвы. В горно-луговых дерновых почвах ландшафта связь между содержаниями свинца и гумуса слабая, не достигающая уровня значимости ($r=0,31$ при $r_{5\%}=0,36$). Видимо, слабая связь с гумусом и наличие в почвах труднорастворимых соединений этого элемента способствует некоторой

концентрации свинца в почвах. В то же время, между содержаниями свинца в ааленских отложениях и в горно-луговых дерновых почвах существенной зависимости не отмечается ($r=0,08$ при $r_{5\%}=0,31$).

В гумусовом горизонте горно-луговых дерновых почв ландшафта наблюдается многочисленные прямые зависимости свинца с рядом химических элементов. Так, наблюдаются прямые существенные зависимости между содержаниями Pb-Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni ($r=0,28-0,45$ при $r_{5\%}=0,19$). Наиболее плотная зависимость отмечается между содержаниями Pb-Cr ($r=0,45$) и Pb-V ($r_{5\%}=0,41$). Связь между содержаниями Pb-Cu незначимая ($r=0,15$) прямая.

Сравнительный анализ корреляционных связей содержания свинца в ааленских отложениях и, генетически связанных с ними, горно-луговых дерновых почвах выявил ряд как аналогичных связей, так и существенные отличия. Так, для ааленских отложений и горно-луговых дерновых почв характерны прямые значимые зависимости между содержаниями Pb-V, Cr, Ni. Отличия отмечаются в связях содержания свинца с содержаниями титана, марганца, кобальта, меди. Обнаруженные в ааленских отложениях слабые прямые зависимости содержания Pb-Ti, Co в почвах преобразуются в прямые значимые. Прямая значимая зависимость содержания Pb-Cu в ааленских отложениях в почвах слабеет до уровня незначимости. Или слабая обратная связь Pb-Mn в ааленских отложениях преобразуется в почвах в прямую значимую.

В поверхностных водах свинец находится в взвешенной форме и содержание его колеблется в пределах 150-180 мг/кг. В растворенной форме содержание элемента не превышает 1,5-2,0 мкг/л [4]. В кубическом метре воды растворяется 40 г $PbSO_4$ и 1 г $PbCO_3$ (Ферсман). По интенсивности водной миграции свинец относится к ряду слабой и очень слабой миграции. В гумидных ландшафтах свинец мигрирует в кислой среде в виде истинно растворимых катионных формах, со взвесями, коллоидами и органическими веществами и более доступен растениям.

В поверхностных (щелочных) водах субальпийского ландшафта содержание свинца не более $0,04 \cdot 10^{-3}\%$. В этих водах свинец мигрирует в форме двухвалентного катиона. В подземных (кислых) водах ландшафта содержание свинца в 3 раза ($0,013 \cdot 10^{-3}\%$) меньше по сравнению с содержанием в поверхностных водах. Как поверхностные, так и подземные воды слабо выщелачивают свинец из ааленских отложений и горно-луговых дерновых почв ($K_{x_1}=K_{x_2}=0,04$).

Первые отрывочные сведения о нахождении свинца в растительности относятся к 16 веку. Позже, в 1849 году Мелагути, Дюроше и Сарзо обнаружили свинец в морских водорослях, а Форшгаммер – в различных древесных породах. По Синяковой содержание свинца в морских водорослях относительно больше по сравнению с наземными растениями. Содержание свинца в золе растений находится в пределах $4,0-5,4 \cdot 10^{-4}\%$ [2, 3]. Средний коэффициент биологического поглощения (A_{x_1}) свинца находится в пределах 1,9-2,5 и относится этот элемент к ряду среднего накопления и сильного захвата [4]. По [2] коэффициент биологического поглощения свинца равен 3,73.

Геохимические показатели свинца в луговой (чабрец, мятлик, скабиоза, лук) растительности ландшафта показали, что распределение содержания элемента в чабреце подчиняется нормальной функции, в остальных видах закон

распределения не выявлен.

В луговой растительности ландшафта содержание свинца колеблется в пределах $0,3-0,9 \cdot 10^{-3}\%$. В луке, чабреце и мятлике существенной разницы в содержаниях свинца не наблюдается. Минимальными содержаниями элемента характеризуется скабиоза. По интенсивности концентрации (относительно кларка литосферы) в луговой растительности свинец относится к ряду среднего, слабого и очень слабого биологического захвата ($Ax_1=0,2-0,54-0,7$). Интенсивность биологического поглощения свинца из почвы скабиозой также слабая ($Ax_2=0,3$). Более интенсивно свинец поглощается мятликом ($Ax_2=0,8$), чабрецом ($Ax_2=0,9$) и луком ($Ax_2=1,0$).

Отличительной чертой луговой растительности ландшафта является отсутствие значимых связей свинца с содержаниями Ti, Mn, Cr, Ni, Cu и др. Только в мятлике наблюдается прямая зависимость содержаний Pb-Co на грани значимости ($r=0,45$ при $r_{5\%}=0,45$). Все виды изученной луговой растительности характеризуются незначимыми прямыми связями содержаний Pb-V, Cr.

Сопряженный корреляционный анализ содержания свинца в системе ааленские отложения – луговая растительность не выявила значимой зависимости концентрации свинца в растительности от содержания в коренных породах. Обнаружена слабая прямая связь свинца в скабиозе ($r=0,06$ при $r_{5\%}=0,63$) и слабая обратная зависимость в луке ($r=-0,28$ при $r_{5\%}=0,63$) и мятлике ($r=-0,50$ при $r_{5\%}=0,63$). Также не обнаружена существенной связи содержания свинца от содержания в почвах ландшафта. Так, в скабиозе ($r=0,29$ при $r_{5\%}=0,50$) и мятлике ($r=0,22$) отмечается слабая прямая зависимость, в луке же наблюдается слабая обратная зависимость содержаний свинца ($r=-0,12$ при $r_{5\%}=0,50$).

В целом, ландшафт характеризуется нижекларковыми содержаниями свинца. В результате выветривания и почвообразования происходит перераспределение свинца по компонентам ландшафта. В гумусовом горизонте горно-луговых дерновых почв наблюдается некоторая концентрация свинца, достигающая уровня содержания в ааленских отложениях, слабо связанная с содержанием гумуса. Воды ландшафта (поверхностные, подземные) слабо выщелачивают свинец из ааленских отложений и почв и характеризуется элемент слабой водной миграцией. Наличие в почвах труднорастворимых соединений свинца не способствуют концентрации элемента в луговой растительности ландшафта, которая характеризуется средним, слабым и очень слабым биологическим захватом. Несмотря на происходящие в ландшафте процессы, в почвах в ряде случаев сохраняются характерные для коренных пород взаимозависимости содержаний ряда элементов (Pb-V, Cr, Ni). Отличительной чертой луговой растительности ландшафта является отсутствие значимых взаимозависимостей свинца с другими элементами. В растительности отмечаются прямые зависимости содержаний свинца с рядом элементов, характерных для почв, но ниже 5% уровня значимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А. Введение в экологическую геохимию. I, II. КГТУ, 1997, с.219, 237.

2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 2003, 413 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас К. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989, с.118-135.
4. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астерия, 2000, 763 с.

BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACININ SUBALP LANDŞAFTINDA QURĞUŞUNUN YAYILMASI

F.M.BABAYEV, S.A.İSAYEV, G.M.QƏMBƏROVA

XÜLASƏ

Müəyyən edilmişdir ki, bütövlükdə landsaft, qurğuşunun aşağı klarklı miqdarları ilə səciyyələnir. Aşınma və torpaqəmələgəlmə nəticəsində onun komponentlərində bu elementin yenidən paylanması baş verir. Nəticədə dağ-çəmən çimli torpaqların humus qatında qurğuşunun miqdarı köklü (aalen) çöküntülərindəki səviyyəyə çatan konsentrasiyada müşahidə olunur ($K_{ea}=1,0$). Landsaftın suları (səth, yeraltı) aalen çöküntülərindən və torpaqlardan qurğuşunu zəif yuyub çıxarır ($Kx_1=Kx_2=0,04$). Çəmən bitkiləri qurğuşunun orta, zəif və çox zəif bioloji udulması ilə səciyyələnir. Torpaqlarda, bəzi hallarda, qurğuşunun bir sıra elementlərlə köklü süxurlar üçün xarakterik olan qarşılıqlı əlaqələri mühafizə olunur.

LEAD IN THE SUBALPINE LANDSCAPE OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS

F.M.BABAYEV, S.A.ISAYEV, G.M GAMBAROVA

SUMMARY

It is established that the landscape is generally characterized by belowklark lead. As a result of weathering and soil formation, the lead content in the components of landscape redistributes. Thus, the humus horizon of the mountain meadow sod soils contains the concentration of lead reaching the level of content in the indigene sediments ($K_{ea}= 1.0$). Landscape waters (surface, subsurface) weakly leach lead from indigenous sediments and soils ($Kx_1=Kx_2=0,04$). Meadow vegetation of the landscape is characterized by moderate, weak and very weak biological capture of lead.

In some cases, interdependence of lead with a number of microelements characteristic for bedrocks remain.