

УДК 550.42:546

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОТЛОЖЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Локтионова Е. П., Кураева И. В., Войтюк Ю. Ю., Матвиенко А. В.

Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семеновко НАН Украины, Киев, igmr@igmof.gov.ua

Приведены данные изучения закономерностей распределения химических элементов в почвообразующих породах, почвах и растительности территории заповедных зон и населенных пунктах восточной части южного берега Крыма.

Ключевые слова: природный объект, микроэлементы, почва, геохимический состав.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка эколого-геохимического состояния территорий предусматривает сравнение состояния объектов окружающей среды с аналогичными параметрами чистых эталонных участков, которые расположены в идентичных ландшафтно-геохимических условиях. Такими условно чистыми территориями могут быть природные заповедники.

Территория восточной части южного берега Крыма (ЮБК) простирается от Алушты до Феодосии – вдоль побережья Черного моря и представляет собой уникальный природный объект с характерными геологическими, почвенными, растительными, климатическими и другими особенностями. Сюда относятся как заповедные зоны (Карадагский природный заповедник, заказник Алчак-Кая), так и населенные пункты (г. Судак, пос. Коктебель, с. Щebetовка, пос. Курортное).

Исследованию геохимических особенностей распределения тяжелых металлов в заповедных зонах Украины посвящены работы известных украинских ученых: Э. Я. Жовинского, Н. А. Крюченко, П. С. Папарыги, И. В. Кураевой [1, 2]. Изучением ландшафтно-геохимических особенностей Крымского побережья занимались: Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева, А. И. Самчук [3], Д. К. Михаленок [4].

Цель исследований – установить литологические особенности поверхностных отложений и закономерности распределения микроэлементов в почвах, почвообразующих породах и отдельных видах растительности заповедных зон и населенных пунктов восточной части ЮБК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлись горные породы, почвы и растительность заповедных зон восточной части ЮБК: государственный природный заповедник Кара-Даг, заказник Алчак-Кая, а также населенные пункты этой части Крыма: пос. Курортное, Коктебель, с. Щebetовка и г. Судак.

Почвенный покров рассмотренной территории довольно разнообразный, но это разнообразие можно свести к четырем основным типам: коричневым горным, бурым горно-лесным, горным дерновым карбонатным и бескарбонатным почвам [5]. Также исследовались илистые почвы делювиальных отложений со дна балок и оврагов Карадагского заповедника.

Восточная часть ЮБК характеризуется различными ландшафтно-геохимическими и литогеохимическими условиями поверхностных отложений – природными и антропогенными. Большое значение имеет степень влияния природных геохимических факторов в формировании закономерностей распределения химических элементов в почвенных отложениях.

В качестве фоновых показателей эколого-геохимического состояния почв были приняты почвы заповедных территорий, которые включают в себя Карадагский заповедник и заказник Алчак-Кая. В зоне Карадагского природного заповедника почвенные пробы отбирались на участках с развитием вулканических пород, среди которых выделяются грубообломочные туфы, кератофиры, липариты, порфириты и базальты. Нами были опробованы почвы на осадочных

породах, которые представлены глинистыми образованиями с прослоями алевролитов, мергелями, карбонатными породами, и глинами с песчаными прослоями.

Определенные типы горных пород, на территории Карадагского заповедника в условиях выветривания формируют в вышележащих почвах ассоциации глинистых минералов, которые играют чрезвычайно важную роль в накоплении и миграции химических элементов. В глинистой фракции изученных почв были выделены следующие минеральные ассоциации: каолинит – хлорит – гидрослюда; кальцит – каолинит – гидрослюда, каолинит – гидрослюда – монтмориллонит. В этой фракции повсеместно присутствуют – кварц, полевой шпат и кальцит.

На участках отбора почв в районах г. Судак, пос. Коктебель и других населенных пунктах восточной части ЮБК были изучены почвы, среди которых развиты карбонатные луговые, коричневые горные с большим содержанием карбонатов, темно-бурые горные почвы. Подстилающие породы, формирующие почвенные горизонты, очень разнообразны. Это – известняки, мергели, сланцы, делювий, глинисто-щебнистый элювий. Большое значение имеет содержание микроэлементов в донных илах геохимические показатели донных илов постоянных и временных горных водотоков, которые также формируют геохимические ореолы в прибрежной зоне моря, включая шельф. Мощность различных типов почв в Карадагском горном заповеднике меняется в зависимости от рельефа, минимальная – около 10–15 см, максимальная – до 70 см.

Определение содержания химических элементов проводилось атомно-абсорбционным методом на приборе КАС-115, подвижные формы микроэлементов определялись по методике из работ Э. Я. Жовинского, В. А. Кузнецова и Г. А. Шимко [3, 6]. Литолого-геохимические исследования выполнялись по общепринятым методикам. Физико-химическое исследование почв проводилось по методике Е. В. Аринушкиной [7].

Исследования территории проводилось в 2011–2013 г.г. Отбор проб образцов почв и растительности был проведен в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.02-84 [8]. Объем собранного материала (почв и растительности) составляет 520 проб. Для характеристики биогенной миграции тяжелых металлов и биогеохимических особенностей растительности использована методика И. А. Авессаломовой [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение физико-химических свойств почв показали, что рН почв колеблется от 6,2 до 8. Содержание гумуса меняется от 3 % до 12 %. Зависимость от литологического состава подстилающих пород. Глинистая фракция коричневых горных почв Карадагского заповедника преимущественно состоит из монтмориллонита, гидрослюда, каолинита. Механический и химический состав представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Гранулометрический состав исследуемых почв (%)

| Фракции (мм) | Глубина отбора образцов (см) | | |
|--------------|------------------------------|-------|-------|
| | 0–10 | 10–25 | 25–40 |
| >1 | 1,30 | 4,80 | 7,80 |
| 1–0,25 | 3,80 | 2,60 | 4,10 |
| 0,25–0,05 | 13,60 | 16,10 | 11,30 |
| 0,05–0,01 | 19,00 | 13,60 | 15,40 |
| 0,01–0,005 | 10,00 | 13,40 | 10,20 |
| 0,005–0,001 | 8,70 | 7,40 | 8,10 |
| <0,001 | 43,60 | 42,10 | 43,10 |
| Σ<0,01 | 62,30 | 62,90 | 61,40 |

Средние значения валового содержания микроэлементов в почвах и горных породах изучаемых объектов представлены на рис. 1, 2. Микроэлементы в почвах и горных породах распределяются неоднородно. Содержание Ni, Co – больше в горных породах Карадагского

заповедника, чем в перекрывающих их почвах. Содержание Pb, Zn, Cr – больше в почвах заповедника, чем в подстилающих породах.

Таблица 2

Валовый химический состав илистой фракции (%)

| Содержание окислов | Глубина отбора образцов (см) | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| | 0–10 | 10–25 | 25–40 |
| SiO ₂ | 41,40 | 41,40 | 39,80 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,30 | 9,70 | 10,40 |
| Al ₂ O ₃ | 30,40 | 27,80 | 28,90 |
| CaO | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| MgO | 1,55 | 1,85 | 1,53 |
| NaO | 0,77 | 0,77 | 0,77 |
| K ₂ O | 2,70 | 2,42 | 2,98 |

Это объясняется как геохимическими особенностями миграции изучаемых элементов, так и минеральным составом почв и подстилающих пород.

Важным эколого-геохимическим показателем почв является распределение форм нахождения микроэлементов, которые представлены в таблице 3. Подвижные формы: водорастворимые и обменные, средние содержания которых в изученных почвах для элементов следующее (%): Cu – 7,3; Pb – 5,3; Zn – 6,7; Cr – 2,2; Ni – 2,7; Co – 2,5; Be – 2,2; Cd – 3,7. Наибольшую подвижность из исследуемых химических элементов имеют Cu, Pb, Zn.

Содержание микроэлементов в растительном покрове представлено в таблице 4. Для мхов и лишайников, на поверхности глыб вулканического генезиса содержание Zn изменяется от 50 до 200 мг/кг, Ni – 10–20 мг/кг. В целом содержание микроэлементов в лишайниках превышает их содержание во мхах. В качестве примера можно привести содержание Zn в лишайниках, оно достигает 200 мг/кг (табл. 4).

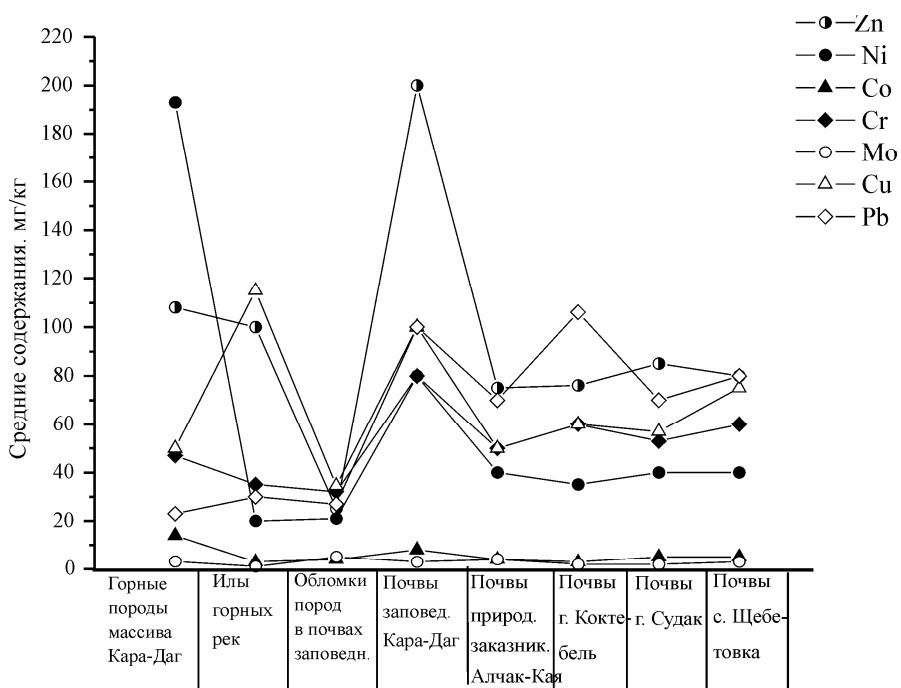


Рис. 1. Среднее значение валового содержания микроэлементов в заповедниках и населенных пунктах восточной части ЮБК

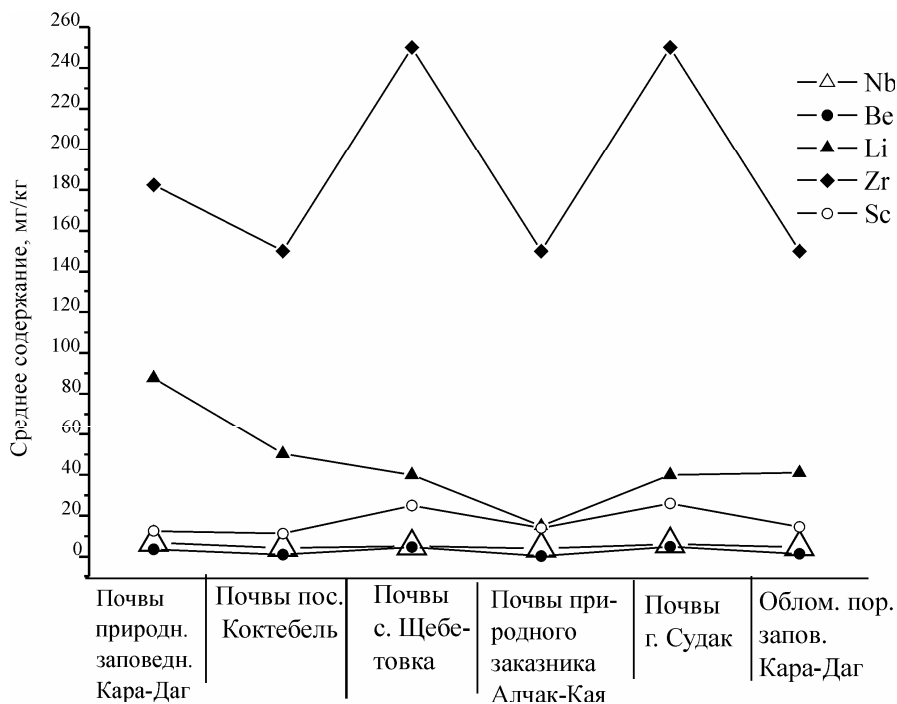


Рис. 2. Среднее значение валового содержания редких элементов в изучаемых объектах восточной части ЮБК

Таблица 3

Среднее содержание форм нахождения металлов в почвах Карадагского государственного природного заповедника (по методике Кузнецова [6])

| Элемент | Формы нахождения (мг/кг) | | | | | | |
|---------|--------------------------|-----------------|----------|-------------|--------------|-------------|-------------------|
| | Валовое содержание | Водорастворимая | Обменная | Карбонатная | Органическая | Сорбируемая | Труднорастворимая |
| Cu | 53,51 | 0,11 | 3,02 | 2,89 | 12,8 | 7,92 | 65,26 |
| Pb | 39,9 | 0,05 | 1,78 | 1,98 | 9,85 | 6,29 | 19,95 |
| Zn | 25,23 | 0,04 | 1,56 | 1,44 | 6,26 | 4,03 | 176,67 |
| Cr | 74,8 | 0,08 | 1,60 | 3,65 | 21,36 | 10,72 | 37,39 |
| Ni | 47,43 | 0,05 | 1,25 | 1,87 | 12,77 | 7,78 | 23,71 |
| Co | 10,57 | 0,01 | 0,26 | 0,45 | 2,90 | 1,6 | 5,35 |
| Be | 1,36 | <0,001 | 0,03 | 0,05 | 0,42 | 0,18 | 0,68 |
| Cd | 0,05 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,02 | <0,001 | 0,03 |

Таблица 4

Среднее содержание микроэлементов в золе растений восточной части ЮБК, мг/кг

| Элемент | Корни растущей травы | Стебли травы | Лишайники | Мхи | Иголки сосны | Иголки кипариса |
|---------|----------------------|--------------|-----------|-----|--------------|-----------------|
| Ni | 41,5 | 40 | 20 | 10 | 30 | 50 |
| Co | 4,2 | 5 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| Cr | 29,7 | 50 | 10 | 8 | 10 | 50 |
| Mo | 14,12 | 1,5 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Cu | 73,7 | 70 | 60 | 20 | 80 | 60 |
| Pb | 55 | 45 | 80 | 20 | 10 | 80 |
| Zn | 153,8 | 80 | 200 | 50 | 30 | 60 |

При этом для каждого элемента отмечены свои закономерности распределения. Сопоставление содержания химических элементов в различных компонентах растительности имеет свои особенности: в корневой части накапливается наибольшее их количество. Такие элементы, как медь, свинец, цинк, хром и никель преобладают в хвое кипариса. В данном случае сопоставление проводится по почвам с близким содержанием этих элементов. Содержание микроэлементов в природных объектах изучаемой территории определяется природными факторами и соответствует ландшафтно-геохимическим условиям территории.

Также были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения (КБП), который определяется по формуле: $КБП = I_x/n_x$, где I_x – содержание элемента в золе растений; n_x – содержание элемента в почвенном покрове (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициенты биологического поглощения некоторых микроэлементов в растения

| Объект | Элемент | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| | Be | Zr | Sc | Nb | Cu | Pb | Zn |
| Карадагский природный заповедник | 0,23 | 0,12 | 0,4 | 0,5 | 0,45 | 0,31 | 0,35 |
| г. Судак | 0,48 | 0,37 | 0,30 | 0,78 | 1,2 | 0,71 | 1,2 |

Наибольший коэффициент перехода характерен для меди и цинка (до 1,2), что свидетельствует о значительной миграции меди в растительность. Наименьший коэффициент соответствует скандию (0,3), следовательно этому элементу присущая наименьшая подвижность в почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено литологическое и эколого-геохимическое исследование почв и растительности восточной части ЮБК с целью установления закономерностей распределения микроэлементов.

Получены значения содержания химических элементов в различных типах почв территории и видах растительности. Рассчитаны коэффициенты биологического перехода металлов из почвы в растительность. Установлено, что коэффициенты биологического перехода большей части микроэлементов в растения менее 1. Наиболее интенсивно из исследуемых химических элементов переходят в растения Cu, Zn что подтверждается их наибольшей подвижностью. Относительная интенсивность перехода изучаемых химических элементов для корней и стеблей травы $Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > Mo > Co$, та же тенденция сохраняется в основном для лишайников и мхов. Для хвои древесных она несколько иная: $Cu > Zn > Pb > Ni > Cr > Co > Mo$.

Изучено распределение форм нахождения микроэлементов в почвенных отложениях заповедных зон этого региона. Основная масса металлов сосредоточена в труднорастворимой фракции, а также связана с органической составляющей. Содержание подвижных форм не превышает 10 %. Количество микроэлементов по результатам исследований не превышает фоновых значений по этому региону [2], и является очень незначительным, что позволяет сделать вывод о попадании их в почвенный слой из подстилающих породобразующих слоев.

Результаты литолого-геохимических данных необходимо учитывать при изучении техногенного влияния на заповедные территории ЮБК для сохранения их экологического равновесия.

Список литературы

1. Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О., Папарига П. С. Геохімія об'єктів довкілля Карпатського біосферного заповідника / Е. Я. Жовинський, Н. О. Крюченко, П. С. Папарига. – К., 2012. – 100 с.
2. Жовинський Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К.: Наук. Думка, 2002. – 213 с.
3. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / [Е. Я. Жовинський, І. В. Кураєва, А. І. Самчук та ін.]. – К.: ІГМР НАН України, 2005. – 104 с. (Препринт / НАН України Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення).

4. Михаленок Д. К. Рассеянные элементы в растениях Карадагского заповедника / Д. К. Михаленок // Геохимические исследования в лесных и тундровых ландшафтах. – М.: МГПИ, 1986. – С. 131–137.
5. Атлас почв Украинской ССР / [ред. Н. К. Крупский, Н. И. Полупан]. – Киев: Урожай, 1970. – 159 с.
6. Кузнецов В. А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В. А. Кузнецов, Г. А. Шимко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 65 с.
7. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
8. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа ГОСТ 17.4.4.02-84. – [действующий от 1986.01.01]. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
9. Авессаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Учебно-методическое пособие / И. А. Авессаломова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 108 с.

Локтионова О. П., Кураева И. В., Войтюк Ю. Ю., Матвиенко О. В. Літолого-геохімічні особливості поверхневих відкладів і закономірності розподілу мікроелементів в природних об'єктах східної частини південного берега Криму // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 11. С. 93–98.

Приведені дані про закономірності розподілу хімічних елементів у ґрунтоутворюючих породах, ґрунтах і рослинності території заповідних зон і населених пунктах східної частини південного берега Криму.

Ключові слова: природний об'єкт, мікроелементи, ґрунт, геохімічний склад.

Loktionova E. P., Kuraeva I. V., Voituk J. J., Matvienko A. V. Lithological and geochemical features of the surface sediments and patterns of the microelements' distribution in the natural objects of the eastern part of Crimean Southern Coast // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 11. P. 93–98.

It presents data study of the laws of distribution of chemical elements in the soil-forming rocks, soils, and vegetation on the territory of conservation areas and settlements east of the Southern Coast of Crimea.

Key words: natural object, microelements, soil, geochemical composition.

Поступила в редакцію 04.04.2014 з.