

УДК. 631.4:550.4

РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРИЯ (Th) И УРАНА (U) В ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ МИРЗАЧУЛЬСКОГО ОАЗИСА И АНАЛИЗ ИХ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ФОНА**М.Р.Облокулов**

преподаватель, научный соискатель,

Гулистанский государственный университет РУз.

<https://orcid.org/0009-0001-0781-5275>

У.Э.КОДИРОВ, Ведущий почвовед ГУП «Центр анализа качества почв».

<https://orcid.org/0009-0005-3778-7155>

Аннотация: В статье проанализированы радиогеохимическое распределение тория (Th) и урана (U), а также особенности геохимического фона в орошаемых серозёмно-луговых почвах Мирзачульского оазиса. Исследования проведены на территории Баяутского и Мирзаабадского районов Сырдарьинской области. Определено валовое содержание тория и урана по генетическим горизонтам почвенных разрезов, изучены особенности их вертикального распределения, миграции и формирования геохимического фона. Установлено, что содержание тория варьирует в пределах 8,50-12,40 мкг/г, а урана – 2,36-4,40 мкг/г. Торий характеризуется относительно равномерным распределением по почвенному профилю, тогда как для урана выявлены локальные зоны аккумуляции. Показано, что содержание исследованных радиоактивных элементов соответствует естественному геохимическому фону и не свидетельствует о наличии радиогеохимических аномалий.

Ключевые слова: Мирзачульский оазис, орошаемые серозёмно-луговые почвы, торий, уран, радиогеохимия, геохимический фон, миграция, аккумуляция, радиоактивные элементы, почвенный профиль.

The abstract: This article analyzes the radiogeochemical distribution of thorium (Th) and uranium (U) and evaluates the geochemical background in irrigated serozem-meadow soils of the Mirzachol Oasis. The study was conducted in the Bayaut and Mirzaabad districts of the Syrdarya region. The total contents of thorium and uranium were determined in different genetic soil horizons, and their vertical distribution patterns, migration characteristics, and geochemical background levels were assessed. The results showed that thorium concentrations ranged from 8.50 to 12.40 µg/g, while uranium concentrations varied between 2.36 and 4.40 µg/g. Thorium exhibited relatively stable distribution throughout the soil profile, whereas uranium showed localized accumulation in certain horizons. The study revealed that the concentrations of thorium and uranium correspond to the natural geochemical

background and do not indicate the presence of radiogeochemical anomalies within the investigated area.

Keywords: *Mirzachol Oasis, irrigated serozem-meadow soils, thorium, uranium, radiogeochemistry, geochemical background, migration, accumulation, radioactive elements, soil profile.*

Введение

Природные радиоактивные элементы торий (Th) и уран (U) являются важными геохимическими компонентами земной коры, а их распределение и миграционные свойства в почвах имеют большое значение при оценке радиогеохимического состояния территории. Эти элементы встречаются в магматических, метаморфических и осадочных породах в различных концентрациях и в процессе почвообразования перераспределяются по почвенному профилю. Особенно в условиях орошаемых агроландшафтов распределение тория и урана тесно связано с литологической основой, гранулометрическим составом, содержанием карбонатов, органического вещества, окислительно-восстановительными условиями и гидрогеохимическими процессами [1; 2].

В мировом масштабе проводятся многочисленные исследования, направленные на оценку геохимического фона природных радиоактивных элементов в почвах, изучение их вертикальной и горизонтальной миграции, а также оценку радиэкологического состояния сельскохозяйственных земель [3; 4]. Такие исследования важны не только для понимания геохимических процессов, но и для обеспечения экологической безопасности почв и оценки круговорота элементов в агроэкосистемах.

Несмотря на наличие данных о геохимических особенностях тяжелых металлов, микро- и редкоземельных элементов в почвах Мирзачульского оазиса Узбекистана, распределение тория и урана, их геохимический фон и закономерности профильного распределения изучены недостаточно. В связи с этим определение содержания тория и урана в орошаемых серо-луговых почвах Мирзачуля, оценка их миграционных особенностей по профилю и анализ факторов формирования естественного радиогеохимического фона являются актуальной научной задачей.

Целью исследования является определение радиогеохимического распределения тория и урана, их профильных особенностей и характеристик геохимического фона в орошаемых серо-луговых почвах Мирзачульского оазиса.

Объектом исследования выбраны орошаемые серо-луговые почвы, распространённые на территории Сырдарьинской области Мирзачульского

оазиса. Полевые исследования проводились в массивах имени У. Юсупова (Баяутский район) и имени Т. Ахмедова (Мирзаабадский район).

В ходе исследования были заложены четыре почвенных разреза (1, 3, 6 и 8), изучены их морфологические особенности и отобраны образцы по генетическим горизонтам. Почвы представлены среднесуглинистым механическим составом и сформированы под длительным воздействием орошения как агроирригационные почвы.

Эти почвы являются основными сельскохозяйственными угодьями Мирзачульского оазиса, где выращиваются хлопок, зерновые и продовольственные культуры. Поэтому оценка их радиогеохимического состояния имеет важное агроэкологическое значение.

Методы исследования. Полевые исследования проводились в соответствии с методиками почвенно-геохимических исследований, принятыми в Республике Узбекистан [5]. Почвенные разрезы описывались по генетическим горизонтам, и из каждого горизонта отбирались смешанные образцы.

В лабораторных условиях образцы высушивались на воздухе, измельчались и просеивались через сито 1 мм. Содержание тория (Th) и урана (U) определялось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), обеспечивающим высокую точность анализа следовых элементов [6].

Полученные данные обрабатывались с использованием математико-статистических методов. Были рассчитаны минимальные, максимальные и средние значения, а также закономерности вертикального распределения элементов. Геохимический фон оценивался на основе средних арифметических значений по разрезам.

Результаты и их обсуждение. Природные радиоактивные элементы являются важной частью геохимической среды, а их содержание и закономерности распределения служат ключевыми критериями оценки радиогеохимического состояния территории. Особенно торий и уран, как широко распространённые радиоактивные элементы, отражают особенности почвообразования, литологического состава, ирригационных условий и биогеохимических циклов.

Исследования проводились в орошаемых серо-луговых почвах массивов имени У. Юсупова (Баяутский район) и Т. Ахмедова (Мирзаабадский район), формировавшихся под длительным антропогенным воздействием орошения. Содержание тория и урана анализировалось по генетическим горизонтам с оценкой их миграции, аккумуляции и геохимического фона.

В разрезе 1 массива У. Юсупова содержание тория изменялось в пределах 9,28-12,40 мкг/г, составляя в среднем 10,75 мкг/г. Содержание урана варьировало от 2,44 до 3,38 мкг/г при среднем значении 2,79 мкг/г.

Максимальное содержание тория отмечено в горизонте 138-185 см, а урана – в горизонте 110-138 см. Увеличение содержания тория по профилю связано с его консервативным поведением и ассоциацией с тяжёлыми минералами почвообразующих пород. Торий преимущественно входит в состав монацита, торита и других акцессорных минералов и характеризуется крайне низкой растворимостью, что обеспечивает его иммобилизацию в почвенном профиле.

Распределение урана имеет более сложный характер. Наблюдаются локальные повышения его содержания в отдельных горизонтах, что связано с миграцией в виде растворимых форм под воздействием орошаемых вод и последующим осаждением при взаимодействии с карбонатами, железо- и марганецсодержащими соединениями. В окислительных условиях уран находится в форме U^{6+} , обладающей высокой подвижностью, тогда как в восстановительной среде переходит в малоподвижную форму U^{4+} .

В разрезе 3 содержание тория составляло 8,50-11,40 мкг/г (среднее 10,32 мкг/г), урана – 2,36-2,97 мкг/г (среднее 2,66 мкг/г). Вертикальное распределение элементов носило относительно равномерный характер. Минимальные значения наблюдались в горизонте 52-80 см, где также отмечено снижение редкоземельных элементов (Ce, La, Nd, Sm и др.), что связано с гранулометрическими особенностями и геохимической дифференциацией.

В разрезе 6 массива Т. Ахмедова содержание тория составило 8,66-9,91 мкг/г (среднее 9,57 мкг/г), урана – 2,43-3,08 мкг/г (среднее 2,75 мкг/г). Относительно низкие значения тория обусловлены минералогическим составом почвообразующих отложений. Повышенное содержание урана в верхних горизонтах связано с поступлением растворимых соединений с оросительными водами и влиянием органического вещества.

Разрез 8 характеризуется наиболее высокими значениями: торий – 9,54-11,70 мкг/г, уран – 2,41-4,40 мкг/г. Особенно в горизонте 110-150 см наблюдается максимальная аккумуляция урана, что указывает на наличие геохимической зоны накопления. Здесь также повышены концентрации Fe, Al, Mg, Cr, V, Rb, Cs и редкоземельных элементов, что свидетельствует о связывании радиоактивных элементов с глинистыми минералами и вторичными алюмосиликатами.

Средние значения геохимического фона составили: для тория – 10,55 мкг/г (Баяут) и 9,99 мкг/г (Мирзаабат), для урана – 2,73 и 2,99 мкг/г соответственно. Более высокие значения урана в Мирзаабате связаны с гидрогеологическими и ирригационными особенностями территории.

Отношение Th/U изменялось в пределах 3,1-4,4 (Баяут) и 2,7-4,0 (Мирзаабат), что указывает на более мобильное поведение урана и консервативный характер тория.

Таким образом, распределение тория и урана в орошаемых серо-луговых почвах Мирзачульского оазиса определяется естественными геологическими факторами, при отсутствии признаков техногенного радиоактивного загрязнения.

Выводы, предложения и рекомендации

1. В орошаемых сероземно-луговых почвах Мирзачульского оазиса установлено, что содержание тория (Th) варьирует в пределах 8,50-12,40 мкг/г, а урана (U) - 2,36-4,40 мкг/г, при этом их распределение в основном определяется составом почвообразующих пород.

2. Установлено, что торий относительно равномерно распределяется по почвенному профилю, тогда как накопление урана в отдельных горизонтах связано с его высокой миграционной способностью и влиянием процессов орошения.

3. Исследованные почвы характеризуются содержанием тория и урана в пределах естественного радиогеохимического фона, признаки техногенного радиоактивного загрязнения не выявлены.

4. Целесообразно внедрение систематического радиогеохимического мониторинга тория и урана в орошаемых почвах Мирзачульского оазиса.

5. Необходимо проведение комплексных исследований химического состава оросительных и подземных вод, влияющих на миграцию радиоактивных элементов.

6. Результаты исследований рекомендуется использовать для оценки экологического состояния почв региона, составления геохимических карт фона и совершенствования программ агроэкологического мониторинга.

Список использованных литератур:

1. Добровольский В.В. Геохимия почв и ландшафтов. – М.: Академический проект, 2009. – 255 с.

2. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – 3-е изд. – М.: Астрель-2000, 1999. – 768 с.

3. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. – 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 534 p.

4. Alloway B.J. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. – 3rd ed. – Dordrecht: Springer, 2013. – 613 p.

5. Ўзбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат қўмитаси. Тупроқ тадқиқотлари ва тупроқ хариталаш бўйича услубий кўрсатмалар. – Тошкент: Davergeodezskadastr, 2014. – 128 б.

6. Thomas R. Practical Guide to ICP-MS: A Tutorial for Beginners. – 3rd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2013. – 401 p.

7. Bowen H.J.M. Environmental Chemistry of the Elements. – London: Academic Press, 1979. – 333 p.
8. Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1995. – Vol. 59. – No. 7. – P. 1217–1232.
9. Reimann C., de Caritat P. Chemical Elements in the Environment: Factsheets for the Geochemist and Environmental Scientist. – Berlin: Springer, 1998. – 398 p.
10. Faure G., Mensing T.M. Isotopes: Principles and Applications. – 3rd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. – 897 p.