

**ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ
В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УРАНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

Ю.Е. Силенко

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

При развитии промышленности и урбанизации территорий происходят изменения в геохимическом составе окружающей среды, возникают геоэкологические проблемы территорий, что в свою очередь негативно сказывается на здоровье человека. Поэтому необходимы исследования природных компонентов на территории городов. Проведение таких исследований особенно важно в горнорудных районах с развитым горнопромышленным комплексом в связи с интенсивным преобразованием ландшафтов и формированием геохимических аномалий природного и техногенного происхождения [1-2].

Одним из направлений исследований при оценке техногенного воздействия горнопромышленного комплекса на урбанизированные территории служит метод биогеохимической индикации [3]. Ряд исследователей подчеркивает преимущества использования листьев тополя для биогеохимического мониторинга и оценки состояния окружающей среды [8-9]. Листья тополя являются уникальным природным геохимическим планшетом, который накапливает элементы из почвы, но главным образом улавливает пылеаэрозоли из атмосферного воздуха за счет анатомических и морфологических особенностей строения листовой пластинки [5].

Цель работы – оценить проявленность природно-техногенных факторов окружающей среды в элементном составе листьев тополя в зоне влияния уранодобывающего и перерабатывающего комплекса Приаргунского горно-химического комбината.

Исследования проведены в районе города Краснокаменска, находящегося в зоне влияния добычи урановых руд из месторождений на Стрельцовском рудном поле в Забайкальском крае. Рудное поле относится к категории уникальных – общие запасы урана, сосредоточенные в 19 пространственно сближенных месторождениях, оцениваются более чем в 250 тыс. т. Стрельцовский тип урановых руд служит главной ресурсной базой урана в России [6].

Рудное поле локализовано в крупной вулканотектонической структуре, состоящей из рудовмещающей кальдеры, центров кислого вулканизма и кольцевой дайки. В риолитовом очаге кальдеры содержатся тела цезиеносных перлитов с концентрациями Cs от 0,006 % до 0,16 % [7]. Обрамление кальдеры сформировано магматическими (базальты, граниты) и метаморфическими (гнейсы, доломитовые мраморы) породами. Граниты имеют U, Th, Rb специализацию. Основным источником урана на всех месторождениях является очаг риолитов с первичным содержанием урана – 15-20 г/т и тория – 45-60 г/т в реликтовом вулканическом стекле, из которого происходил вынос урана, сурьмы и др. элементов, но оставалось неизменным содержание тория [6].

Эксплуатация месторождений Стрельцовского рудного поля ведется с 1968 года и сопровождается изменением природных ландшафтов прилегающих территорий. Месторождения обрабатываются подземным способом. Геоэкологическую ситуацию здесь определяют ряд объектов техногенного воздействия, в первую очередь – хвосто-, шлако- и золохранилища, площадки кучного выщелачивания, гидрометаллургический, серноокислый и цементный заводы, стволы шахт, отвалы горной породы и др. [2].

В сентябре 2014 г. в районе г. Краснокаменска отобраны пробы листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) по равномерной сети с шагом 1 × 1 км в селитебной зоне и по разреженной сети – в промышленной зоне. Всего отобрано 26 проб. Отбор и озоление проб проводили согласно методическим рекомендациям [4]. Элементный состав золы листьев определяли инструментальным нейтронно-активационным методом анализа (28 элементов) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в Томском политехническом университете (аналитик Судыко А.Ф.). Результаты данных анализа обработаны в программах Microsoft Exel (2010) и Statistica (10). На рис. 1 представлено распределение содержаний U, Cs, Th, определяющих геохимическую специализацию изученного района.

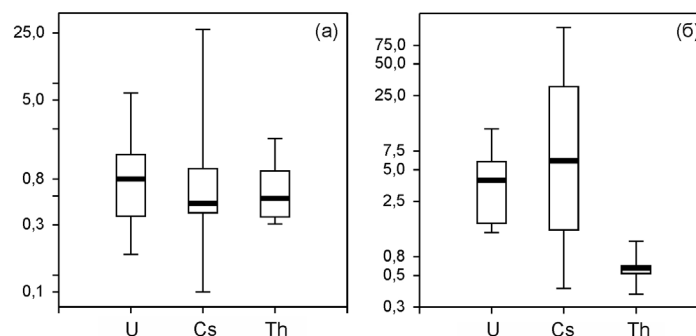


Рис. 1. Диаграмма размаха содержания U, Cs, Th (в мг/кг) в золе листьев тополя в районе г. Краснокаменска: (а) – селитебная зона, (б) – промышленная зона (медиана, минимум, максимум, 25-75% квантили)

Ранжированный геохимический ряд, составленный по коэффициенту концентрации в золе листьев тополя относительно [5] имеет следующие показатели: в селитебной зоне – Cs (9), U (4), Th (2); в промышленной зоне – Cs (94), U (16), Th (2). Разница в содержании урана между функциональными зонами составляет 4 раза, цезия – 10 раз. Содержание тория не изменяется. Отношение Th/U в селитебной зоне – 0,47, в промзоне – 0,14.

Применение факторного статистического анализа позволило определить структуру взаимосвязей между содержанием элементов во всей выборке. Эта структура хорошо обнаруживается на круговой диаграмме (рис. 2).

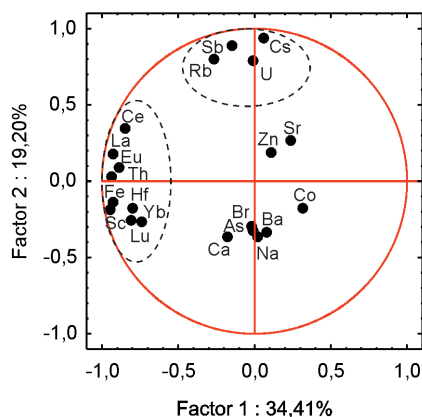


Рис. 2. Результаты факторного анализа

Как видно из рисунка, химические элементы изображены в виде точек на единичном круге, координаты точек (корреляции) с факторными осями принимают значения из интервала 0,1. Горизонтальная ось системы координат соответствует фактору 1, а вертикальная – фактору 2. Чем ближе положение химического элемента к окружности, тем лучше он воспроизведен в координатах корреляции между факторами и другими элементами.

Фактор 1 – наиболее весомый, составной, характеризуется ассоциацией Sc – Th – Fe – Hf – РЗЭ, связанной с фактором 1 отрицательной корреляционной связью. Данная ассоциация является преимущественно породообразующей, т.е. связана с «фактором петрофонда». Фактор 2 – менее весомый, составной, характеризуется ассоциацией Cs – U – Sb – Rb с положительной корреляционной связью. Данная ассоциация представлена преимущественно рудообразующими, легко подвижными элементами и элементами спутниками процесса рудообразования.

Таким образом, элементный состав листьев тополя с высокой чувствительностью отражает геохимическую специализацию структурно-вещественных комплексов, имеющих повышенный естественный уровень содержания ряда типоморфных элементов, а также загрязнение окружающей среды, вызванное процессом добычи и переработки урановых руд.

Литература

1. Берзина И.Г. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия, 1993. – № 3. – С. 449 – 456.
2. Величкин В.И., Чуднявцева И.И. Ландшафтно-геохимические исследования при оценке радиоэкологического состояния окружающей среды в зоне влияния уранодобывающего и перерабатывающего комплекса (на примере Стрельцовского Мо-U рудного поля // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология, 2009. – № 2. – С. 99 – 114.
3. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация загрязнения окружающей среды химическими элементами // Тихоокеанская геология, 1996. – Т. 15, – № 1. – С. 142 – 148.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоздат, 1981. – 108 с.
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листьев тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
6. Шатков Г.А. Стрельцовский тип урановых месторождений // Региональная геология и металлогения, 2015. – № 63. – С. 85 – 96.
7. Шатков Г.А., Гушин Е.Н. О высоких содержаниях цезия в кислых вулканических стеклах // Геохимия, 1969. – № 12. – С. 1510 – 1513.
8. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
9. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. О проявленности природно-техногенных факторов по соотношению содержания тория и урана в листьях тополя на урбанизированных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы V Международной конф., г. Томск, 13–16 сентября 2016 г. – Томск: STT, 2016. – С. 729 – 733.