

Электронно-микроскопическое изучение минерального вещества пылевого аэрозоля позволило впервые установить количественные параметрические характеристики твердофазных выпадений и более точно выявить источники загрязнения приземного атмосферного воздуха на территории г. Благовещенск.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 г.». – М.: МПР РФ, 2011. – 571 с.
2. Государственный доклад «Об охране окружающей среды и экологической ситуации в Амурской области за 2011 год». – Благовещенск: МПР Амурской обл., 2012. – 200 с.
3. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятий топливно-энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС-2) // Оптика атмосферы и океана. – Новосибирск, 2012. – № 10. – С. 896–901.
5. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В., Могилев А.А. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 184–189.
6. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П., Дубинчук В.Т., Шатилов А.Ю. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. – М., 2004. – № 5. – С. 53–63.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ» (НА ПРИМЕРЕ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО, Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК)

А.Р. Ялалтдинова

Научные руководители профессор Н.В. Барановская, профессор Л.П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Живое вещество избирательно поглощает и накапливает различные химические элементы. Что делает необходимым изучение состава минеральной части живого вещества (зола). В результате избирательного поглощения химических элементов, элементный состав зольного остатка варьируется и значительно отличается от среднего содержания в земной коре. Интенсивность поглощения элемента характеризуется отношением содержания данного элемента в золе растений к его содержанию в почве или же горной породе. Этот показатель был предложен Б.Б. Польшовым и назван А.И. Перельманом коэффициентом биологического поглощения (КБП - A_x):

$A_x = C_z / C_p$, где C_z – концентрация элемента в золе растений, C_p – в почве или горной породе, на которой произрастает данное растение, или кларк литосферы.

По величине этого коэффициента были построены ряды биологического поглощения большинства элементов, что позволило разделить их на 4 группы в зависимости от различной интенсивности использования живыми организмами: от энергичного накопления ($A_x > 1$) до очень слабого захвата ($A_x < 1$) [2, 3].

В работе представлена оценка интенсивности биологического поглощения тяжелых металлов листьями тополя черного (*Populus nigra* L.) из почв на территории г. Усть-Каменогорска, Республики Казахстан. Этот город Восточно-Казахстанской области характеризуется наличием многочисленных разно профилейных промышленных объектов: от пищевой промышленности до производства титана и магния (титано-магниевый комбинат), цинка, свинца, меди, золота, серебра (ОАО «Казцинк»), тантала, бериллия, таблеток для атомных электростанций (АО «УМЗ»).

Пробы листьев (всего 101 проба) были отобраны автором в 2011 году по равномерной сети в пределах города, с уплотнением шага близ крупных промышленных предприятий. Места отбора совпадали с ранее проведенными исследования почв, выполненными магистром кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ГЭГХ, ТПУ) Петровой Людмилой годом ранее. Подготовка проб к анализу осуществлялась по стандартной методике.

Инструментальный нейтронно активационный анализ с целью определения количественного содержания 28 химических элементов, был выполнен на базе исследовательского реактора ИРТ-Т НИИЯФ в аттестованной и аккредитованной лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры ГЭГХ ТПУ (аналитик – с.н.с. А.Ф. Судыко).

По результатам проведенных работ в первую очередь была установлена специфика листьев тополя черного, произрастающего на территории г. Усть-Каменогорска относительно «обобщенного стандартного растения», рассчитанного Б. Маркертом в 1992 году [5].

При сравнении с содержанием элементов в этом условном растении, представляющем собой обобщенные данные различных исследований растительности, выделяется широкий спектр специфичных элементов, содержание которых превышено более чем в 3 раза, среди которых Та, Zn, U, Th, Na, Co, и ряд других: Br, Sr, As, Sb, Sc, Au, Ca. Стоит обратить внимание на первые три элемента, превышение содержания которых отмечается более, чем в 8 раз [4].

Для характеристики особенностей накопления химических элементов применялись коэффициенты биологического поглощения (табл. 1) A_{x1} (относительно кларка литосферы, предложенного А. П. Виноградовым [1]) и A_{x2} (относительно содержания в почве места произрастания).

Полученные результаты показывают, что из почвы растением преимущественно поглощает такие элементы как Br, Ca, Sr, Zn. Кальций и стронций являются биофильными элементами, бром в свою очередь относится к первой группе, так называемого энергичного накопления. Относительно кларка литосферы к этому списку добавляются Ag, Sb, As и U. Все остальные элементы предположительно являются специфичными для данной территории, в частности для предприятий УМЗ и Казцинк.

Таблица 1

**Коэффициенты биологического поглощения,
рассчитанные для золы листьев тополя черного г. Усть-Каменогорска**

Ax₁ (относительно кларка литосферы, предложенного А. П. Виноградовым)	Ax₂ (относительно содержания в почве места произрастания, рассчитанного Л. Петровой)
Br ₆₅ - Zn ₃₇ - Ag ₁₂ - Sb=Ca ₄ - Sr ₃ - As=U ₂	Br ₂₄ - Ca ₈ - Sr ₆ - Zn ₃

С целью проверки выдвинутой теории был произведен подсчет коэффициента биологического поглощения в каждой точке отдельно. В таблице 2 приведены наиболее специфичные ряды КБП в зоне 1 км воздействия Северной промышленной зоны (СПЗ), на территории которой располагаются УМЗ, Казцинк и Усть-Каменогорская ТЭЦ.

Таблица 2

**Ряды коэффициентов биологического поглощения в системе «почва-растение»
на расстоянии 1 км в различных направлениях от Северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска**

№31 (З)	Br22-Ca9-Sr4-Zn3,7-Ag2
№32 (СВ)	Br49-Zn12-Ca6-Sr3,4-Ag2
№34 (С)	Br20-Ca11-Zn8-Sr7
№35 (СВ)	Br17-Zn12-Ca5-Sr3,2-Sb3,2-Au3-Ag1,4
№37 (В)	Br92-Ag9-Ca8-Zn5,3-Sr5-Au1,5-Ta1,2-Rb1,1-Sm1
№40 (В)	Br71-Ca8-Zn7-Sr5-U2
№42 (В)	Zn25-Br21-Ca8-Sr7,7-Au5-Ag4,5-Sb1,4
№46 (ЮЗ)	Br13-Ca9-Sr8-Au7-Zn5-Ag4-Sb1,6
№47 (ЮЗ)	Au14-Br11-Ca8-Sr5-Ag4,3-Zn4-Sb1,4
№55 (ЮВ)	Br92-Sr11-Ca10-Ag9-Zn3
№62 (Ю)	Br22-Ca8-Zn7-Sr6-Ag3-Au2

Как и ожидалось, во всех рядах присутствуют Br, Ca, Sr.

Коэффициент биологического поглощения цинка превышает 1 во всех, кроме трех, пробах. Чему способствует как специфика производства ОАО «Казцинк», что также подтверждается максимальным коэффициентом – 25 – в самой ближайшей точке, так и легкая доступность цинка для корневой системы.

В зоне воздействия СПЗ был выявлен возможный переход из почвы в растительность таких компонентов, как серебро, золото и сурьма. При этом серебро, согласно классификации А.И. Перельмана относится к сильно накапливаемым. Но пространственно его ареол максимального КБП не совпадает с ареолом максимальных концентраций в листьях и смещается в сторону полигона твердых бытовых отходов. Золото и сурьма являются специфичными для данной территории элементам, присутствуют в технологическом цикле Казцинк. Отмечается их слабая поглощаемость в соответствии с классификацией, поэтому они присутствуют всего в нескольких рядах, непосредственно в зоне воздействия промышленной зоны.

Уран и тантал – элементы специфичные для Ульбинского металлургического завода – согласно рассчитанным коэффициентам переходят из почвы всего в одной точке. Пространственное распределение повышенных концентраций в золе листьев тополя позволяет сделать предположение о преимущественно ветровом переносе данных элементов.

Таким образом, в данной статье было рассмотрено биологическое поглощение химических элементов в системе «почва-растение» на территории г. Усть-Каменогорска. Были выявлены как элементы биофильной группы, легко доступные растениям из почвы (Br, Ca, Sr), так и специфичные для данной территории, переход которых становится возможным из-за высокой концентрации элементов в почве в зоне воздействия предприятий (Ag, Au, Sb, Ta и U). Цинк в свою очередь может быть отнесен к обеим группам.

Литература

1. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. – М., 1962. – № 7. – С. 555–571.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М. : Высшая школа, 1975. – 392 с.
3. Полюнов В.Б. Избранные труды. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
4. Ялалтдинова А.Р., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Влияние выбросов промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска на формирование элементного состава листьев тополя // Вестник Иркутского государственного технического университета. – Иркутск, 2014. – № 2 (85). – С. 108-113.
5. Markert B. Establishing of "Reference plant" for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, soil and air pollution. – 1992. – V. 64. – P. 533-538.