

Однако индекс олиготрофности воды озера Дикое высокий и составляет 75,4 единицы, что свидетельствует об активных процессах самоочищения.

В январе 2015 г. были отобраны 3 пробы подземных вод в районе расположения оз. Дикое с целью выявить связь между изменениями в поверхностных и подземных водах. 2 пробы воды (с. Гремячинск, 200 м от оз. Дикое) характеризуются хлоридным натриево-кальциевым составом (формулы Курлова 2, 3), в то время как 3-я проба (с. Зырянск, 70 км от оз. Дикое) характеризуется гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом:

$$pH\ 6,3ж2,75M0,17 \frac{Cl57HCO_3\ 64SO_4\ 19}{Ca47Na26Mg25} \quad (2)$$

$$pH\ 6,1ж2M0,16 \frac{Cl61HCO_3\ 28SO_4\ 11}{Na48Ca33Mg17} \quad (3)$$

$$pH\ 7,ж1,05M0,1 \frac{HCO_3\ 85SO_4\ 12}{Ca49Mg30Na19} \quad (4)$$

Возможно, изменение состава подземных вод с гидрокарбонатного магниевым-кальциевого на хлоридный натриево-кальциевый связано с загрязнением подземных вод продуктами жизнедеятельности человека. Однако не исключена фильтрация загрязняющих веществ в более низкие горизонты по мере понижения уровня грунтовых вод.

На 27 февраля 2015 г. уровень оз. Байкал упал на 2 см. ниже критической отметки и составил 455,98 м. Однако в феврале 2015 году Правительство РФ пересмотрело критические отметки уровня Байкала, установленные в 2001 году, и разрешило использовать водные ресурсы озера Байкал ниже установленного минимального значения для обеспечения нормальной работы всех хозяйствующих субъектов в условиях маловодья 2014-2015 гг. [2].

Если проблемы с падением уровня грунтовых вод (соответственно, и проблемы водоснабжения местного населения, высыхание болот прибрежной территории и т.д.) наблюдались в период противостояния экологов и энергетиков, то что будет теперь, когда Правительство РФ официально разрешило понизить уровень воды в оз. Байкал? Энергетики смотрят на проблему однобоко, не желая рассматривать возможные альтернативы корректировки водопользования.

Байкал – не водохранилище, а уникальное творение природы, и относиться к нему нужно соответствующе, оберегая от непомерного антропогенного воздействия. Ибо, как гласит закон Коммонера, «все связано со всем», и искусственное понижение уровня воды, идущее в разрез с природными циклами, приведет к необратимым изменениям экосистем, что наблюдается уже сейчас. И тогда будет «нужно за все платить» (Коммонер).

Литература

1. Кожов М.М. Пресные воды Восточной Сибири. – Иркутск: Иркутское областное государственное издательство, 1950. – 367 с.
2. Раздел «Байкал и ГЭС» / «Плотина – нет»: информационно-экологический сайт. [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.plotina.net/news/baikal/> (дата обращения: 10.03.2015).
3. Справка по повестке заседания Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал / Охрана озера Байкал: информационный сайт, созданный по заказу Министерства природных ресурсов и экологии России. [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://geol.irk.ru/baikal/law/mlawmcom/deyatelnost-komissii/informatsionno-analiticheskie-materialy-09122014> (дата обращения: 10.03.2015).

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЫ ТОПОЛЯ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А Карпенко

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Серьезной проблемой промышленных городов является интенсивное поступление в природные среды химических элементов и соединений, а также нарушение баланса биофильных элементов. Растения отражают геохимическую специализацию окружающей среды и могут выступать индикаторами её состояния. На этом свойстве растений еще в XIX в. был основан метод биоиндикации [3].

В экологическом мониторинге активно используются листья, кора и кольца деревьев высших растений, в первую очередь для оценки состояния атмосферного воздуха вокруг предприятий топливно-энергетического [1], металлургического комплексов [5], последствием испытания ядерного оружия [4] и т.д.

Вид тополь черный (*Populus nigra L.*) широко используется для озеленения городов и создания санитарно-защитных полос в умеренном поясе, занимая до 25 % и более общей численности деревьев населенных мест. Это обусловлено рядом особенностей и полезных свойств тополя, таких как обширный ареал произрастания, быстрый рост, мощная крона, высокая пыле-, дымо- и газоустойчивость [2].

Значительная масса и площадь листьев тополя поглощает из атмосферного воздуха большое количество токсичных компонентов, частично очищая его от вредных примесей, что позволяет рассматривать этот материал как объект для биогеохимических исследований урбасистем в умеренных широтах. Также это дает возможность

производить отбор проб листьев по равномерной сети в различных масштабах с картографическим изображением результатов биогеохимической съемки.

Цель работы заключалась в изучении индикационной способности листьев тополя черного аккумулировать специфические химические элементы на территории городов южной и центральной части Томской области. Исследования проведены на территории Томска, Северска, Асино и Колпашево.

Город Томск и его город-спутник Северск образуют Томск-Северскую промышленную агломерацию с населением более 681 тыс. чел. Крупнейшими предприятиями г. Томска являются ТЭЦ-3, ГРЭС-2, ЗАО «Метанол» и ОАО «Томский нефтехимический завод». Градообразующим для г. Северска является предприятие ядерно-топливного цикла – ОАО «Сибирский химический комбинат», входящий в состав Топливной компании «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом». Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий в 2011-2013 гг. составил в г. Томске – около 110,5 тыс. т, в г. Северске – 68 тыс. т, что составляет соответственно 11 % и 6,7 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области за этот период. Индекс загрязнения атмосферы (далее – ИЗА) в 2013 г. составил в г. Томске – 9,0 (высокий уровень) и в г. Северске – 1,3 (низкий уровень) [6]. Отобрано 16 проб листьев тополя.

Город Асино является административным центром Асиновского района с населением более 24,6 тыс. чел. Город расположен на левом берегу реки Чулым (приток Оби) в 109 км к северо-востоку от Томска. В городе развиты лесная промышленность и деревообработка, действует ЗАО «Томский фанерный комбинат». Выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий г. Асино в 2011-2013 гг. составил примерно 10 тыс. т (1 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области) [6]. Всего отобрано 5 проб листьев тополя.

Город Колпашево – административный центр Колпашевского района с населением более 23 тыс. чел. Город расположен на правом берегу Оби, в 270 км к северо-западу от Томска. Развит агропромышленный комплекс. Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий в 2011-2013 гг. составил в г. Колпашево около 2,5 тыс. т (0,3 % от выброса загрязняющих веществ по Томской области), ИЗА в 2013 г. – 4 (низкий уровень) [6]. Отобраны 2 пробы листьев тополя.

Отбор проб листьев в городах проводился в период в конце августа – начале сентября. Листья отбирались методом средней пробы в нижней части кроны с внешней ее стороны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев и взяты для анализа без черешков. Для упаковки проб использовались специальные крафт пакеты. Подготовка проб для анализа включала следующие операции: просушивание при комнатной температуре, измельчение, взвешивание и озоление.

Температурный режим озоления способом сухой минерализации регулируется требованиями ГОСТ 26929-94. Тигель с сухой пробой помещали в электропечь, отрегулированную ранее на температуру 250°C и проводили ее обугливание до прекращения выделения дыма. После окончания обугливания температуру постепенно (на 50°C через каждые 30 мин) повышали до 450°C. Время озоления партии проб составляло 5 часов. Полученную золу растирали в ступке, брали навеску 100 мг и пакетировали в фольгу марки А-995.

Определение валового состава макро- и микроэлементов в образцах золы листьев тополя производилось инструментальным нейтронно-активационным методом анализа на 28 элементов в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Национального исследовательского Томского политехнического университета по аттестованным методикам.

Плотность потока тепловых нейтронов в канале реактора составляла $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$, продолжительность облучения проб – 5 часов. По окончании облучения пробы выдерживались некоторое время и направлялись на гамма-спектрометр для измерений интенсивности излучения радиоактивных изотопов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов «Canberra» полупроводниковым Ge детектором GX3518. Сравнивая интенсивность гамма-линий соответствующих радионуклидов с интенсивностью стандартного образца (лист березы ГСО 8923-2007), рассчитывали содержание определяемых элементов (аналитики с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.Ф. Богутская). Результаты анализа представлены на рисунке.

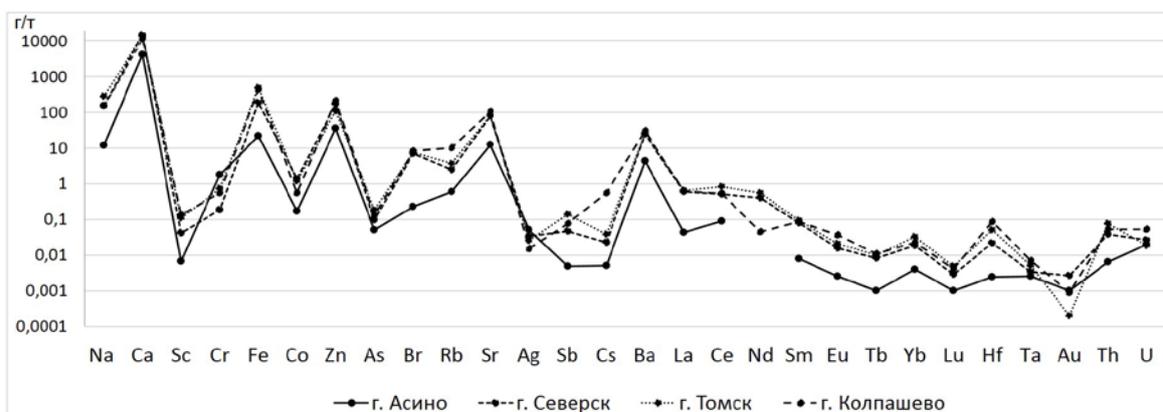


Рис. Распределения средних концентраций химических элементов в золе листьев тополя Томской области

На графике видно, что г. Асино выделяется более низкими концентрациями химических элементов. В данном населенном пункте отсутствуют крупные предприятия, негативно воздействующие на окружающую среду, поэтому его территорию можно рассматривать как фоновую для региона.

Сравнение вещественного состава золы листьев тополя в различных городах проводили разными способами: использовали в качестве эталона кларки верхней континентальной коры (по Тейлору и Мак-Леннану) и средние геометрические содержания элементов в золе листьев тополя в совокупной выборке проб исследованных городов области. Геохимическими параметрами данных способов служат кларки концентрации (КК) и коэффициенты концентрации (Кс). КК фиксируют общие особенности биологического поглощения химических элементов растений определенного систематического положения, тогда как Кс выявляют и подчеркивают биогеохимическую специфику исследуемой территории. По Кс в порядке убывания их значений построены геохимические ряды. Значимый уровень концентрации химических элементов в геохимических рядах определяется техногенной нагрузкой, а также природным фактором территории, и составляет 3 и более значений коэффициентов концентрации.

Геохимические ряды, построенные по $КК > 3$ относительно кларков верхней континентальной коры, имеют следующий порядок: г. Асино ($Ag_{10} > Au_{5,5} > Zn_{5,1}$), г. Северск ($Zn_{24,5} > Au_{14,5} > Ag_{6,6}$), г. Томск ($Zn_{15,4} > Ag_{5,2}$), г. Колпашево ($Zn_{29,5} > Au_5 > Ag_3$). Выделенная группа элементов (Zn, Au и Ag) избирательно концентрируются в золе листьев тополя черного (*Populus nigra L.*). По $Кс > 2$ установлены приоритетные элементы-индикаторы урбанизированных территорий: в Асино – Cr, в Северске – Au; в Томске – Sb; в Колпашево – Cs, Rb и Hf.

Изложенный выше материал позволяет сделать следующие выводы:

самыми низкими концентрациями большинства химических элементов в золе листьев тополя по сравнению с другими исследованными городами характеризуется г. Асино и его можно рассматривать как региональный фон;

выявлены видоспецифичные для листьев тополя черного химические элементы – Zn, Au, Ag;

установлены некоторые индикаторные химические элементы, которые, возможно, отражают геохимическую специализацию промышленных производств, а также природный фактор территорий.

Литература

1. Байгалиев Б.Е., Шайхутдинова А.А. Экологический мониторинг растительного покрова в окрестности предприятий топливно-энергетического комплекса, использующих твердое топливо // Экология и промышленность России, 2011. – № 2. – С. 55-59.
2. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сибирский экологический журнал, 2005. – № 4. – С. 563-571.
3. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
4. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Несветайло В.Д. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия, 2002. – № 11. – С. 1238-1245.
5. Шаймарданова Б.Х., Асылбекова Г.Е., Барановская Н.В., Байгалиев А.Б., Корогод Н.П. Биоиндикация урбозокосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листья тополя черного *Populus nigra L.* // Вестник Томского государственного университета, 2010. – № 338. – С. 212-216.
6. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области. – Томск: Дельтаплан, 2014. – 194 с.

АНАЛИЗ РИСКА ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ АК-ТЮЗ, РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН

Д.П. Клименко

Научный руководитель доцент Л.Э. Оролбаева

Кыргызский государственный технический университет им. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

В условиях хвостового хозяйства аварийные ситуации могут возникнуть в результате выработки ресурсов сооружений и их элементов, недостаточного контроля за сооружениями, в результате ошибок эксплуатационного персонала, действий стихии или теракта.

Наиболее опасным видом аварии, которая может принести наибольший ущерб окружающей среде, является фронтальное разрушение одного из элементов напорного фронта ГТС – ограждающей дамбы хвостохранилища, участком возможного разрушения может быть практически вся длина дамбы. Для контроля устойчивости дамбы достаточными являются наблюдения за геометрическими и проектными параметрами дамбы, за фильтрационной прочностью дамбы – отсутствием выноса частиц грунта из тела дамбы (отсутствие мутности в профильтровавшейся воде), промоин, выпора грунта на откосе или у подошвы дамбы, размыва откоса фильтрующей водой. При этом периодически должно подтверждаться соответствие физико-механических характеристик грунтов тела дамбы хвостохранилища, заложенных в расчетах устойчивости.

Причины возникновения аварий на ограждающей дамбе хвостохранилища:

1. Потеря устойчивости, в результате не соблюдения проектных параметров сечения дамбы и грунтов тела дамбы.

2. Потеря устойчивости и фильтрационной прочности в результате выхода фильтрационного потока с выносом частиц грунта из тела или основания ограждающей дамбы.