

накопительной способности по отношению к различным металлам и воспроизводимости результатов аналитических определений.

Говоря об эффективности каждого вида, необходимо учитывать, в первую очередь, самый важный показатель – распространенность данного вида, т.е. возможность произрастания во многих природных зонах с различными климатическими условиями. Так как у каждого вида свои ареалы распространения, говорить о самом подходящем виде мха затруднительно.

В ходе анализа нескольких публикаций был выделен самый оптимальный вид мха-биоиндикатора – сфагнум. Данный вид имеет наибольшую способность накапливать и удерживать широкий спектр химических элементов из атмосферных выпадений, также он является оптимальным аккумулятором по отношению к радионуклидам. Но, как уже было сказано ранее, сфагнум произрастает только на увлажненных (заболоченных) территориях, поэтому изучение данного вида мха ограничено.

Литература

1. Ашихмина Т.Я., Тимонюк В.М. Мох *Pleurozium Schreberi* как биоиндикатор загрязнения атмосферы // *Естествознание и гуманизм: Сб. научных трудов*, 2008. – Т. 5. – № 1. – С. 112-113.
2. Железнова Г.В., Шубина Т.П. Мхи естественных среднетаежных растительных сообществ Южной части Республики Коми // *Теоретическая и прикладная экология*, 2010. – № 4. – С. 76-83.
3. Кузнецова И.А., Холостов С.Б. Листостебельные мхи как биоиндикаторы нефтяного загрязнения природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей // *Успехи современного естествознания*, 2013. – № 6. – С. 98-101.
4. Межибор А.М., Большунова Т.С. Биогеохимическая характеристика сфагновых мхов и эпифитных лишайников в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области // *Известия Томского политехнического университета*, 2014. – Т. 325. – № 1. – С. 205-213.
5. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // *Дефектоскопия*, 2005. – № 1. – С. 80-84.
6. Рогова Н.С., Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г. Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнений атмосферы // *Оптика атмосферы и океана*, 2011. – № 1. – С. 79-83.
7. Рогова Н.С. Разработка метода экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2013. – 22 с.
8. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // *Химия растительного сырья*, 2011. – № 1. – С. 163-167.
9. Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г., Рогова Н.С. Контроль состояния атмосферы с помощью мхов – биоиндикаторов // *Оптика атмосферы и океана*, 2009. – № 1. – С. 101-104.
10. Собченко В.А., Переволоцкий А.Н., Храмченкова О.М. Опыт изучения десорбции ¹³⁷Cs различными видами мхов // *Материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Н.В. Тимофеева-Ресовского*. – Минск, 2000. – С. 55-57.
11. Пат. 2321030 Россия МКИ G 01W № 1/00, A 01G № 15/00 Способ оценки содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе с помощью листостебельных мхов / Вдовина И.В., Красногорская Н.Н., Минуллина Г.Р., Баишева Э.З. Заявлено. 19.06.2006; Опубл. 27.03.2008. – 3 с.
12. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М.: Наука, 1999. – 268 с.
13. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Роль мохового покрова лесных экосистем в биогеохимической миграции загрязнителей различной природы // *Научные труды БГИТА*, 2003. – Т. 7. – С. 64-66.

ПРОБЛЕМАТИКА ВЫБОРА ФОНОВЫХ РАЙОНОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИШАЙНИКОВ

Т.С. Большунова^{1,2}

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов¹

¹ *Открытое акционерное общество «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Для выбора фонового участка обычно руководствуются фактором удаленности оцениваемой территории от антропогенных источников. В настоящее время такие районы практически отсутствуют, и, даже в случае отсутствия антропогенного воздействия, играют роль трансграничные переносы загрязняющих веществ, способные для определенных регионов оказывать более сильное влияние, нежели локальные источники [4]. Кроме того, существуют и природные факторы, определяющие повышенный региональный фон для некоторых химических элементов. Типы растительных поясов и почвенного покрова также оказывают влияние на содержание химических элементов в растениях [1]. Таким образом, определение фоновых параметров достаточно непростая задача.

Целью работы является оценка влияния эколого-геохимических факторов на уровни накопления химических элементов в эпифитных лишайниках, отобранных в практически незатронутых антропогенной деятельностью участках. Кроме того, мы попытались определить генерализованные концентрации химических элементов в эпифитных лишайниках, произрастающих на различных территориях.

Отбор проб эпифитных лишайников осуществлялся в 2006, 2012 и 2013 гг. на территории Томского района Томской области, Кузнецкого Алатау Кемеровской области, с. Голуметь Иркутской области, Забайкальского национального парка Республики Бурятия, восточных Альп Австрии. В общей сложности с пяти вышеперечисленных районов были отобраны 22 пробы эпифитных лишайников. Каждая из территорий

значительно удалена на десятки и сотни километров от крупных промышленных центров. При этом каждый район обладает своей спецификой геологического строения, типом почв и другими параметрами.

С целью достижения равномерности распределения химических элементов внутри пробы, гомогенизированные образцы озоляли в муфельной печи. Озольнение растительных проб позволяет снизить вероятность возникновения погрешностей от органической части и улучшает репрезентативность результатов благодаря концентрированию элементов в пробах. Для количественного анализа на содержание 28 химических элементов (включая редкие земли) в лишайниках использовался современный высокочувствительный ядерно-физический метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), выполненный в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ТПУ) (аналитик с.н.с. А.Ф. Судыко) по аттестованной методике № МКХА НСАМ № 510-ЯФ ТПУ.

Наиболее наглядно о близких уровнях накопления многих химических элементов в лишайниках, отобранных в условно фоновых районах, прежде всего Sc, Fe, редких и радиоактивных элементов и других видно на круговой диаграмме (рис.). Они образуют как бы достаточно узкий коридор в распределении элементов. Исключение, пожалуй, составляют Ba, Ag, Zn, Sb, Cr, Br и некоторые другие. Можно высказать предположение, что это группа элементов имеет какие-то местные (региональные) источники поступления, тогда как первая группа элементов имеет глобальное распространение, связанное с общим техногенезом. Среди этих элементов можно увидеть такие, которые обусловлены природными факторами. К таковым, прежде всего мы можем отнести уран в лишайниках Бурятии. Уровни накопления изучаемых элементов в лишайниках различных регионов представлены на рисунке.

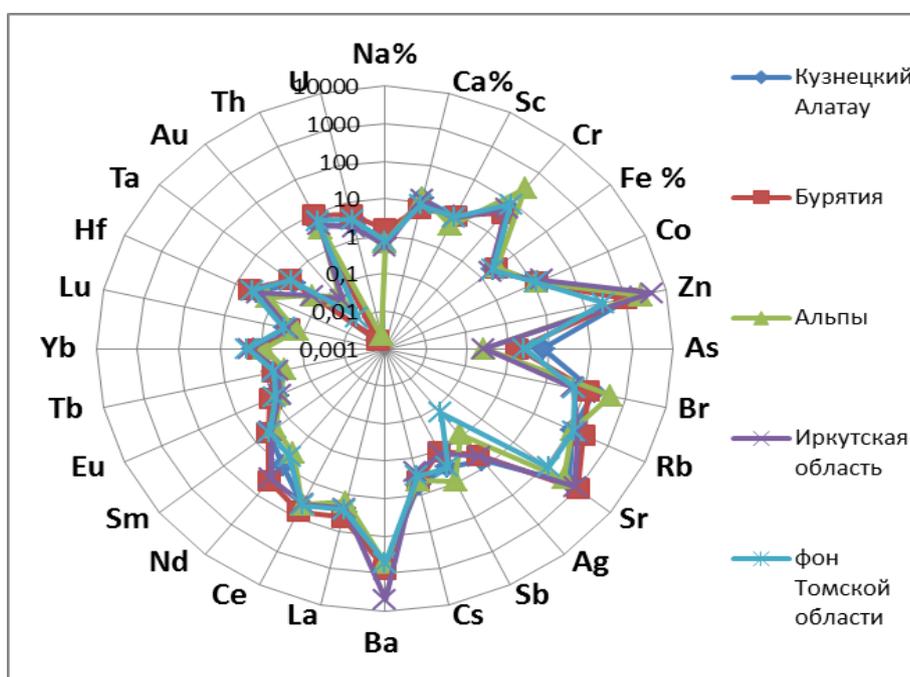


Рис. Содержания элементов в лишайниках различных регионов, мг/кг в золе. Шкала логарифмическая

Забайкальский национальный парк входит в перечень особо охраняемых территорий России. Однако, участок пробоотбора характеризуется наличием геохимической аномалии. Современные природные процессы здесь формируются в пределах развития высокоактивных гранитоидов. По мнению Л.П. Рихванова и др. [5], наличие данного специализированного радиогеохимического комплекса пород может обеспечивать при их выветривании выщелачивание урана и его поступление на те или иные геохимические барьеры. Помимо урана, некоторое повышенное концентрирование наблюдается для Na, Rb, Sr, Ba, Hf, Ta, Th, La, Ce, Nd, отражающих специфику гранитного субстрата данного района.

Как отмечалось выше, питание лишайников преимущественно атмосферное. Атмосферные выпадения поступают в лишайники либо в жидком состоянии (осадки), либо в сухом – вследствие седиментации аэрозолей. Тем не менее, минеральные вещества могут попадать в лишайники в виде пыли, содержащей многие химические элементы [3].

Томский район Томской области характеризуется такими специфичными производствами как атомная энергетика, теплоэнергетика, нефтехимическая промышленность. Выбранный нами фоновый участок Томского района находится к югу, юго-западу от г.г. Томска и Северска в противоположном направлении от преобладающего направления ветра. Тем не менее, лишайники, отобранные с этой территории, характеризуются повышенным значением Yb, что может свидетельствовать об опосредованном влиянии предприятий.

Район Кузнецкого Алатау, который может служить региональным фоном, несмотря на удалённость от горнодобывающих и металлургических предприятий Кузбасса, характеризуется природными геохимическими особенностями. В районе пробоотбора подстилающие породы сложены тектонически нарушенными гранитами с повышенной радиоактивностью, обусловленной неравномерным распределением естественных радиоэлементов. Эти особенности отражаются и в химическом составе лишайников региона, характеризующихся значениями тория и урана, приближающиеся к таковым для района влияния Томск-Северской промышленной зоны [2]. Также, повышенные значения наблюдаются для **Ag, As, Br, Ca, Cs**, вероятно связанные с влиянием горнодобывающих и металлургических предприятий Кемеровской области.

В отобранном эпифитном лишайнике с. Голуметь Иркутской области установлены повышенные содержания **Ba, Sr, Nd, Zn, Co**. Данный факт можно объяснить, как дальним переносом загрязняющих веществ, так и влиянием природного геохимического фона, связанного с выходом угольных пластов (в Черемховском районе эксплуатируется открытым способом каменноугольное месторождение). Загрязнение природной среды района загрязняющими веществами может являться следствием печного отопления жилого сектора углем.

Лишайник, отобранный вблизи австрийского Зиммеринга альпийского региона, характеризуется минимальными содержаниями большинства изученных компонентов. Исключение составляют **хром, бром**, некоторое повышенное значение **сурьмы и золота**. Повышенные содержания хрома и брома, приближающиеся к таковым для районов нефтегазодобычи на севере Томской области [2], возможно отражают влияние нефтеперерабатывающих, а хром – металлообрабатывающих производств предприятий Австрии, Германии, Швейцарии.

В результате сравнения между собой химического состава эпифитных лишайников, отобранных в различных регионах с низкой степенью антропогенной нагрузки, очевидно преобладание природного геохимического фактора. Абсолютные фоновые концентрации, вероятнее всего, установить маловероятно. Тем не менее, по материалам, представленным в данной работе, выбор фонового участка для Сибири можно сделать в пользу Томского района. К тому же, при выявлении фоновых концентраций в лишайниках в первую очередь должны рассматриваться относительно незагрязнённые места с климатическими и другими характеристиками среды, соответствующие таковым изучаемого района [1].

Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Большунова Т.С., Рихванов Л.П., Барановская Н.В. Элементный состав лишайников как индикатор загрязнения атмосферы // Экология и промышленность России, 2014. – № 11. – С. 26-31.
3. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир. 2002. – 336 с.
4. Московченко Д.В., Валева Э.И. Содержание тяжёлых металлов в лишайниках на Севере Западной Сибири // ВЭЛЛ (Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения), 2011. – № 11. – С. 162-172.
5. Рихванов Л.П., Тайсаев Т.Т., Барановская Н.В. и др. Новые данные о радиогеохимических особенностях природных сред Баргузино-Чивуркуйского перешейка (оз. Байкал) и Тункинской котловины. // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы IV Международной конференции. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. – С. 441-444.

ВЛИЯНИЕ ОТКАЗНЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

И.А. Бондин

Научный руководитель профессор Т.А. Кондюрина

**Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия**

В 1965 году русло реки Кумы было перекрыто построенной плотиной, и образовался между селами Отказное и Солдато-Александровское водоем - Отказненское водохранилище (рис.). Оно является жизненно важным для Ставропольского края, так как обеспечивает сезонное регулирование стока воды для орошения 27,2 тысячи гектар сельскохозяйственных угодий, а также предотвращает наводнения и затопления земель и населенных пунктов во время паводков. Площадь зеркала воды Отказненского водохранилища 24 квадратных километров, проектный объем полного наполнения водоема был равен 120 миллион кубометров, но за годы эксплуатации водоема произошло его заиливание, которое уменьшило объём до 66 миллионов кубометров.

Отказненское водохранилище [3] трансформирует максимальные расходы: расходы уменьшаются, а прохождения в нижнем бьефе увеличивается, т.е. получается распластаный гидрограф, на который накладывается дождевые паводки, формирующиеся в бассейне р. Карамык.

Например, в 1984 году в нижний бьеф Отказненского водохранилища был сброшен расход 100 м³/с, а ниже г. Зеленокумска был зафиксирован паводок с расходом 226 м³/с.

Все наносы, проносимые р. Кумой, регулируются Отказненским водохранилищем: в нижний бьеф поступает осветленная вода. Однако, почти сразу ниже водохранилища начинается увеличение стока наносов, что связано с эрозией в русле и на бассейне. Мутность воды увеличивается от 20 г/м в нижнем бьефе до 600 г/м у г. Буденновска.

Изменяется гранулометрический состав наносов: уменьшается количество пылеватых и илистых частиц, увеличивается доля песчаных частиц, средний диаметр взвешенных, наносов не превышает 0,1 мм, диаметр крупных фракций 1 - 0,5.