

наблюдаются в воздухе в центре города, в зоне нагрузки автотранспорта и на постах, расположенных вблизи металлургических предприятий.

Последней, из рассмотренных нами работ, будет исследование элементного состава частиц размером PM_{2,5} и PM₁₀, и оценка рисков для здоровья в промышленных районах города [7]. Улавливание взвешенных веществ проводилось в трех пунктах: с высокой автомобильной нагрузкой, в районе расположения АО «ЧЭМК» и в районе ПАО «ЧМК». Пробы отбирались в течение 2020 года, каждый сезон, фиксация производилась с помощью анализатора пыли «АТМАС». Установлено, что, концентрация 3% частиц размером 10 мкм и 30% частиц размером 2,5 мкм превышала нормативы, равные 35 и 60 мкг/м³ соответственно, в 1,1-1,7 раз. Концентрация микроэлементов в исследуемых частицах оценивалась методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Самые высокие концентрации имели такие элементы, как алюминий, железо, цинк, марганец и свинец. В результате чего авторы пришли к выводу, что частицы размером 2,5 мкм, обнаруженные в воздухе в результате промышленной деятельности предприятий города, могут оказывать воздействие на здоровье населения. Данные выводы подкреплены расчетами суммарного канцерогенного риска, который отражает вероятность развития у человека любой формы ракового заболевания, на протяжении всей жизни. Канцерогенный риск для мышьяка, хрома, кобальта, кадмия, никеля и свинца оказался выше допустимого предела, равного 1×10^{-6} , что говорит о среднем риске развития рака у людей, живущих близ районов отбора проб.

В результате рассмотрения вышеприведенных работ, можно прийти к выводу о том, что тяжелые металлы обнаруживаются в атмосферном воздухе или снежном покрове, который хорошо накапливает эти атмосферные загрязнители, с помощью самых различных методов и инструментов исследования. Наиболее подвержены атмосферному загрязнению те части города, где присутствует высокая нагрузка от автотранспорта и районы, где располагаются крупные промышленные предприятия, в частности, в работах отмечены именно металлургические предприятия. Также рассмотренные нами исследования показывают важность долгосрочного мониторинга некоторых участков города Челябинска, подверженных наибольшему загрязнению и, немаловажно отметить необходимость дальнейшего исследования состояния воздушной среды.

Литература

1. Даванков, А. Ю. Экологическая оценка городских территорий [Текст] / А. Ю. Даванков, С. С. Гордеев, Д. Ю. Двинин // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. – 2015. – № 2. – С. 43-49.
2. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2019 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mineco.gov74.ru/>.
3. Мониторинг мелкодисперсных взвешенных аэрозольных частиц, рассеянных в приземном слое атмосферного воздуха г. Челябинска [Текст] / Д. А. Попова, О. В. Ракова, С. В. Гаврилкина, Т. Г. Крупнова // Металлогения древних и современных океанов. – 2021. – Т. 27. – С. 173-174.
4. Сайт администрации города Челябинск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cheladmin.ru/>.
5. Сибиркина, А. Р. Анализ снега с озера Смолино Челябинской области как способ получения оперативной информации о качестве атмосферного воздуха в промышленном городе [Текст] / А. Р. Сибиркина, А. А. Погодина // Биохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы: труды Международного биогеохимического Симпозиума, посвященного 125-летию со дня рождения академика А.П. Виноградова и 90-летию образования Приднестровского университета. – Тирасполь: Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, 2020. – С. 199-207.
6. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/>.
7. Elemental composition of PM_{2.5} and PM₁₀ and health risks assessment in the industrial districts of chelyabinsk, south ural region, Russia [Text] / T. G. Krupnova, O. V. Rakova, K. A. Bondarenko, A.F. Saifullin, D.A. Popova, S. Potgieter-Vermaak, R.H.M. Godoi // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18. – No 23. – DOI: 10.3390/ijerph182312354.
8. Evaluating urban sustainability potential based on material flow analysis of inputs and outputs: A case study in Jinchang City, China [Text] / Li Y., Beeton R.J.S., Halog A., Sigler T. // Resources, Conservation and Recycling. – 2016. – Vol. 110. – P. 87–98. – DOI:10.1016/j.resconrec.2016.03.023.
9. Road dust trace elements contamination, sources, dispersed composition, and human health risk in Chelyabinsk, Russia [Text] / T.G Krupnova., O.V Rakova., S. V Gavrilkina., E.O Baranov., O.N. Yakimova, E.G. Antoshkina // Chemosphere. – 2020. – Vol. 261. – P. 2–11. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127799.

ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ (LEMNACEAE)

Барановская А.Ю.

Научный руководитель профессор Барановская Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящий момент одной из актуальных проблем геоэкологии и экогеохимии является поиск индикаторов состояния окружающей среды, отличающихся универсальностью, объективностью и высокой степенью встречаемости в различных природно-климатических районах. Особое внимание уделяется именно поиску биоиндикаторов, которые могут быть наиболее чувствительными по отношению к ряду других объектов не живой природы, а также отражать степень влияния эколого-геохимических обстановок среды на живой организм. Поиск

подобных индикаторов особенно необходим для урбанизированных территорий, которые могут отличаться высоким техногенный прессингом.

Рясковые (Lemnaceae) - водное растение, представляющие большой интерес как со стороны фундаментальных так и прикладных наук уже в течении 50-ти лет. Семейство рясковые имеют повсеместное распространение и отличаются простым морфологическим строением [8]. Рядом исследователей установлена высокая концентрационная способность макрофита по отношению к широкому спектру химических веществ, что позволяет применять растение для очистки сточных вод [7-9]. Данный макрофит отличается способностью реагировать на изменение эколого-геохимического состояния окружающей среды посредством изменения собственного элементного состава в широких интервалах значений. К важнейшим особенностям данного биондикатора относится повсеместная встречаемость, быстрый прирост биомассы, а также произрастание на контакте двух сред (вода и воздух) [6,9].

Целью настоящей работы является определение индикаторных показателей накопления химических элементов в составе растений семейства рясковые, а именно связь элементного состава с местом произрастания и его эко-геохимической обстановкой.

В состав работы положено комплексное исследование природных компонентов озер территории Томской и Новосибирской областей: вода, донные отложения и рясковые. Отбор проб производился во время вегетационного периода макрофита.

Основными аналитическими методами данной работе послужили: инструментальный нейтронно-активационный анализ (аналитик с.н.с А.Ф. Судыко) на базе Томского политехнического университета и масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на базе НОЦ «Вода» ТПУ.

Изучен элементный состав рясковых из двух озер двух типов: гидрокарбонатные кальциевые (Томская область) и гидрокарбонатные натриевые (содовые) (Новосибирская область).

Выполнена статистическая обработка полученных аналитических результатов, исследованы взаимосвязи химических элементов в исследуемых пробах на основе факторного анализа, результаты корреляционного анализа позволили выявить ассоциации элементов в каждом исследуемом природном компоненте.

По результатам построенных граф-ассоциаций химических элементов для исследуемых компонентов содовых озер выявлено присутствие устойчивой связи «Fe-TR-Th». Также для рясковых и донных характерна положительная корреляционная связь между Co, Cs, TR и Th. Значимая связь Cr с REE наблюдается для воды и рясковых в то время как в донных Cr выделяется с Ba (Рис. 1).

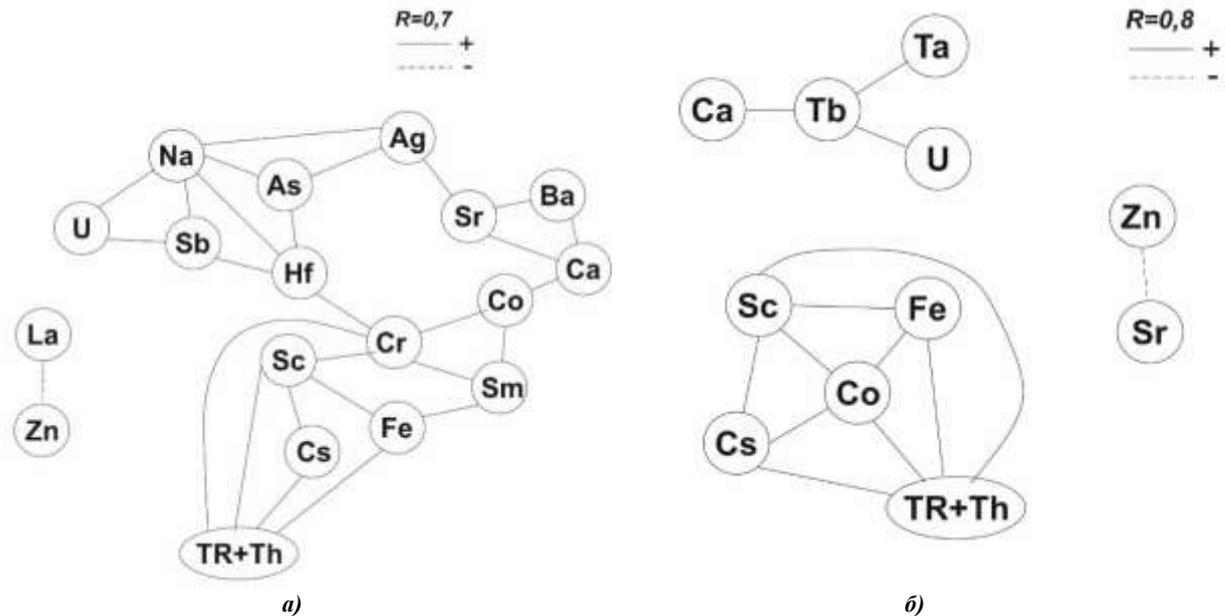


Рис 1. Граф-ассоциации химических элементов в воде (а) и рясковых (б) содовых водоемов (Томская область), по результатам ранговой корреляции Спирмеа-R

Исследуемые содовые озера отличаются более высокими концентрациями U, V, Mo, Zr и As что подтверждается в работах других авторов [5], это может свидетельствовать о значимой роли гидрогеохимической среды в накоплении этих элементов. Стоит отметить, что для содовых характерен повышенный гидролиз алюмосиликатных минералов [5].

Положительная значимая связь урана и натрия, может свидетельствовать о стадии содообразования. Преобладание концентраций натрия по сравнению с остальными катионами (кальцием, магнием и калием) в водах начинается с момента осаждения карбонатных минералов и глин [1].

Стоит обратить внимание на характер распределения РЗЭ в природных компонентных исследуемых территориях. Для анализа характера распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) в воде, рясковых и донных отложениях содовых водоемов Новосибирской области выполнено нормирование валовых содержаний РЗЭ в исследуемых объектах к РААС [4], результаты распределения РЗЭ в исследуемых средах представлены на Рис. 2.

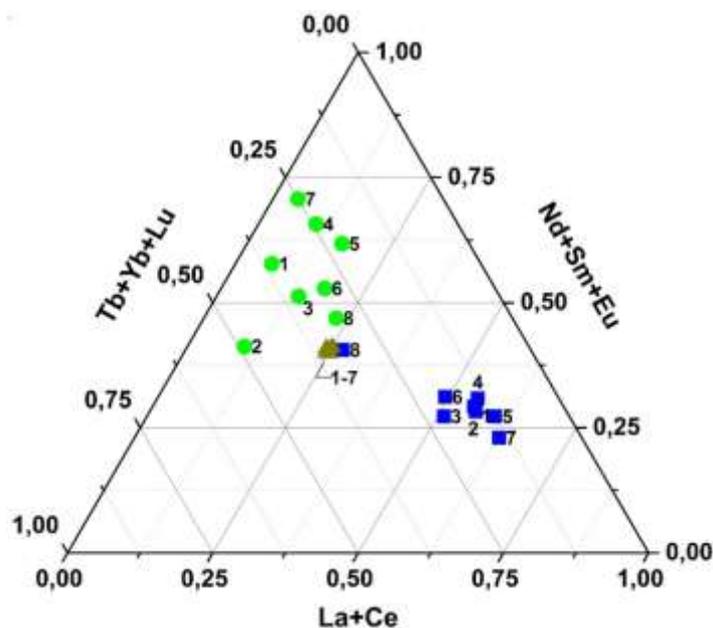


Рис. 2. Тройная диаграмма распределения РЗЭ в воде, рясковых и донных отложениях содовых водоемов Новосибирской области

1 – Барчин, 2 – Ярголь, 3 – Мостовое, 4 – Жилое К, 5 – Цыбово, 6 – Бол, Кайлы, 7 – Песчаное, 8 – Чистое

В отношении Томской области, геохимическая ситуация накопления РЗЭ рясковыми частично соотносится с водой. Рясковые карбонатных вод характеризуются доминированием средней группы лантаноидов в составе, за исключением макрафитов из 3х населенных пунктов, где наблюдается рост концентраций тяжелых лантаноидов (Озерное и Боровое озеро (Колпашевский район), Пионерный (Каргасокский район)).

Известно, что основными физическими параметрами, определяющими формирование комплексов РЗЭ в водах, являются кислотность (рН), окислительно-восстановительный потенциал (Еh), температура, а также атомный номер элемента, определяющий индивидуальные свойства лантаноида. [2].

Проанализирован элементный состав рясковых относительно геохимической специализации исследуемой территории, определена зависимость элементного состава рясковых от металлогении района ее произрастания.

Для каждой группы рясковых, произрастающей на территории того или иного геохимического типа, рассчитаны геохимические ряды относительно кларка ноосферы [3], сводные результаты которых представлены в таблице.

Таблица 1

Характер концентрирования хим. элементов рясковыми в зависимости от геохимического типа района произрастания

Геохимический тип территории произрастания	Кк>10	Кк от 10 до 8	Кк от 5 до 8	Кк от 3 до 5	Кк от 1 до 3
Литофильно-сидерофильный	Pb, Mn	Ba, Bi, Au	P, B	Sr, Ag	Ag, Te, As, Cd, K, Co, Br
Халькофильно-литофильный	Pb, P, Mn	B, Bi		Ba, Ag, Au	Sr, K, As, Te, Mo, Br, Cd, Se
Сидерофильный-халькофильный	Pb, Au, B, Mn	P	Cr	Ba, Mo, Sr, Ag, Te	As, Bi, K, Ca, Se, Br, Cs, Zn
Литофильный	Ag, Pb, B, P	Au		Ba, Te, Sr	Br, Mo, K, As, Bi, Ca

Микроэлементный состав растений семейства рясковые характеризуется высокой информативностью относительно экогеохимического состояния среды произрастания. Полученные результаты элементного состава рясковых на территории Томской области позволили установить внутрорегиональную специфику концентрирования элементов макрофитом. Элементный состав исследуемого растения отражает преимущественно терригенную составляющую, что подтверждается результатами металлогенических исследований, при этом вода, которая является

местом произрастания растения, также имеет существенную роль на характер концентрирования им элементов, Все это необходимо учитывать при использования рясковых в качестве индикатора состояния окружающей среды.

Литература

1. Борзенко С. В. Закономерности поведения некоторых микроэлементов в минеральных озерах Восточного Забайкалья [Текст] / С.В. Борзенко, И.А. Фёдоров // Успехи современного естествознания. – 2019. – №. 1. – С. 69-74.
2. Геохимия и фракционирование редкоземельных элементов и иттрия в термальных водах месторождения паратунка (Камчатка) [Текст] / Н.А. Харитоновна, Челноков Г.А., И.В. Брагин, А.В. Асеева, О.В. Чудаев, А.В. Корзун, В.В. Фунникова // Подземные воды востока России. – 2018. – С. 512-517
3. Глазовский, Н. Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере [Текст] / Н. Ф. Глазовский // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 7–28.
4. Континентальная кора: ее состав и эволюция [Текст] / С. Р.Тейлор, С. М. Мак-Леннан/ – М.: мир, 1988. – 384 с.
5. Уран, литий и мышьяк в соленых озерах Восточного Забайкалья [Текст] / С.В. Борзенко, Л.В. Замана, В.П. Исупов, С.С. Шацкая //Химия в интересах устойчивого развития – 2017. – Т. 25. – №. 5. – С. 479-488;
6. Ekperusi A. Application of common duckweed (Lemna minor) in phytoremediation of chemicals in the environment: State and future perspective [Text] / A. Ekperusi, F. Sikoki, E. Nwachukwu // Chemosphere. – 2019. – Т. 223. – P. 285-309;
7. Favas, P. J. Biogeochemistry of uranium in the soil-plant and water-plant systems in an old uranium mine [Text] / P.J. Favas, J. Pratas, S. Mitra, S.K.Sarkar, P. Venkatachalam, //Science of the Total Environment. – 2016. – Т. 568. – P. 350-368;
8. Landolt, E. Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 4: the family of Lemnaceae-a monographic study, Vol. 2 (phytochemistry, physiology, application, bibliography) [Text] / E.Landolt, R. Kandeler // Veroeffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Ruebel (Switzerland). – 1987;
9. Sasmaz M. Bioaccumulation of uranium and thorium by Lemna minor and Lemna gibba in Pb-Zn-Ag tailing water [Text] / M. Sasmaz, E. Obek, A. Sasmaz // Bulletin of environmental contamination and toxicology. – 2016. – Т. 97. – №. 6. – P. 832-837;

РАДИОЦЕЗИЙ И СТРОНЦИЙ-90: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ЗОНАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЯТЦ

Бектенов Д.Е.

Научный руководитель профессор Язиков Е.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Огромное использование атомной промышленности в мирных и военных целях привело к крупной экспансии техногенных радионуклидов на биосферу. Особое внимание стоит уделить таким изотопам как цезий-137 и стронций-90.

Образование радиоцезия происходит при делении ядер атомов плутония и урана, поступление цезия в природу происходит при ядерных взрывах и работе ядерных реакторов. Цезий-137 обладает высокой способностью миграции во внешней среде. Главным источником поступления ¹³⁷Cs человеку являются продукты питания.

В организме человека цезий накапливается в мышцах, сердце, печени. При проведении исследовании связанных с влиянием на человека, показало, что цезий-137 в избытке приводит к нарушению работы сердечно-сосудистой, нервной системы, изменению показателей крови [1].

Радиоактивный изотоп стронция как вышеуказанный изотоп образуется при ядерных взрывах и работе ЯТЦ.

Основным место накопления изотопа стронция в природе является почва, его свойства миграции проходит как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. Поступление стронция человека проходит по пищевым цепочкам.

Процесс попадания стронция-90 в растения проходит через листья и корни. К человеку данный изотоп поступает в виде коровьего молока и рыбы [5]. Избыток стронция-90 может вызвать ряд заболеваний, связанных с костной тканью: «стронцевый рахит» и «уровская болезнь».



Рис. 1. Места накопления радионуклидов в организме человека и период полураспада [5]