

## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS) БАРГУЗИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИИ

А.С. Миронова

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

Химический состав растений является важным систематическим признаком, сформированным в процессе эволюции. Каждому виду растений соответствуют определенные концентрации химических элементов [8]. Известно также, что химический состав растений зависит от многих разнородных факторов, однако в целом он отражает элементный состав среды роста [6]. Поэтому исследование элементного состава древесины используется в дендрохронологических методах изучения периодов техногенного воздействия на экосистемы [10].

В данной работе изучается химический элементный состав годичных колец *Pinus sylvestris* (L.), произрастающей на территории Забайкальского национального парка, Баргузинского района.

Образцы древесного вещества *Pinus sylvestris*, произрастающих в естественных древостоях вблизи Кулиных болот (полуостров Святой Нос) и ручья Буртуй (приток озера Арангатуй, вблизи Чивыркуйского залива), были взяты в 2012 году. Отбор проб древесины выполнен специальным пробоотборником, что позволило получить цельный керн древесины с полной хронологической колонкой годовых колец. Как правило, одно кольцо соответствует одному году жизни дерева [10]. Всего было отобрано 4 керна (по два с каждого дерева), которые были объединены. Пробы древесины из точек отбора охватывают временной интервал с 1780 по 2012 годы. Пробы были разделены на пять временных интервалов и проанализированы на 61 химический элемент методами ИНАА и ICP-MS. Полученные результаты определения концентрации химических элементов были обработаны статистическими методами с помощью пакета прикладных статистических программ «Excel 10.0».

На рис.1 представлено среднее содержание (мг/кг) химических элементов в сосне обыкновенной. Наибольшие концентрации приходятся на элементы: Ca, K, Mg, P, Mn, Al, Na. Пять элементов относятся к биофильным (по А.И. Перельману): P является элементом энергичного накопления в растениях, Ca, K, Mg и Na – сильного [2]. Накопление биофильных элементов в кислых растворах и вегетативных органах растений регулируется внутренними факторами растения и мало зависит от содержания их в почвах [1]. Элементы Mn и Al – слабого и очень слабого накопления (по А.И. Перельману) [2] поглощаются растением из почвы и коренных пород. Известно, что при повышении кислотности почвы, химические элементы, находящиеся в минеральных формах (K, Na, Ca, Al, Si) переходят в подвижное состояние [1].

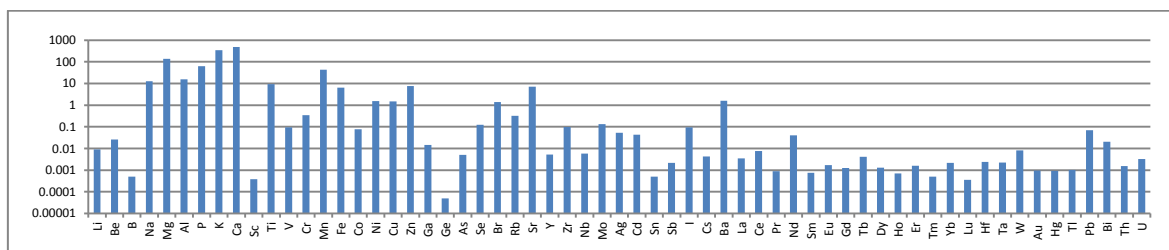


Рис. 1 Диаграмма средних содержаний концентраций (мг/кг) химических элементов в байкальской сосне

Все изучаемые элементы были разделены на группы в соответствии с тенденцией изменения их концентраций в интервале с 1780 по 2012 годы (табл.). Помимо перечисленных тенденций мы наблюдаем: 1) снижение концентраций элементов по мере приближения к коре (Ca, Mn, Zn, Sr, Mg, Ba и др.); 2) увеличение концентраций по мере приближения к коре (Rb, K, Al и др.).

Таблица

Тенденции концентраций химических элементов

Тенденции	Элементы
Слабовыраженная к уменьшению и увеличению	B, Sn, Ge, Tm, As
Максимальное накопление в период 1780-1899 гг.	Be, Mg, Ti, Ni, Se, Au, La, Nb, I, Dy, Mo, Eu, Hf, Sm
Максимальное накопление в период 1900-1944 гг.	Mn, Zn, Ga, Ba, Ce, Nd, Tb, Er, Y, Ho
Максимальное накопление в период 1945-1962 гг.	Ca, V, Co, Br, Sr, Ag, Cd, Sb, Th, U, Eu, Yb
Минимальное накопление в период 1945-1962 гг.	Mg, Al, Sc, Ga, Zr, Ba
Максимальное накопление в период 1963-1979 гг.	Li, Cs, Hg
Минимальное накопление в период 1963-1979 гг.	Lu, Ta
Максимальное накопление в период 1980-2012 гг.	Na, Al, P, K, Sc, Cr, Fe, Cu, Rb, Zr, Pr, Gd, W, Tl, Pb, Bi, Mo, Ho, Yb, Hf, Sm

Такой сложный характер распределения у элементов Ca, K, Al, Rb (рис. 2). Так, Е.А.Ваганов, А.М. Грачев и др. [4] в своих исследованиях отмечают, что в последние сто лет наблюдается обеднение почвенного

поглощающего комплекса (ППК) катионами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ . Главная причина обеднения ППК – снижение pH почв вследствие выпадения кислотных осадков и замещение катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в ППК катионами  $\text{Al}^{3+}$ . Также, возможной причиной уменьшения концентраций Ca, Mg, Sr и Ba может являться конкуренция между древесным и напочвенным покровом за макроэлементы [4]. И.В. Хвостов и др. [10] в своей работе для сосны обыкновенной, изучаемой в разных районах, отмечают одинаковые динамики изменения концентраций элементов в годовых кольцах. Так, исследователи наблюдали снижение концентраций Ca, Mn, Zn и Sr, и увеличение – Rb и K по мере приближения к коре [10]. Данные закономерности характерны и для наших наблюдений. Можно предположить, что такое поведение химических элементов связано с биологическими процессами, происходящими в растении. Другая группа элементов отражает геохимическое изменение биосферы в процессе техногенеза.

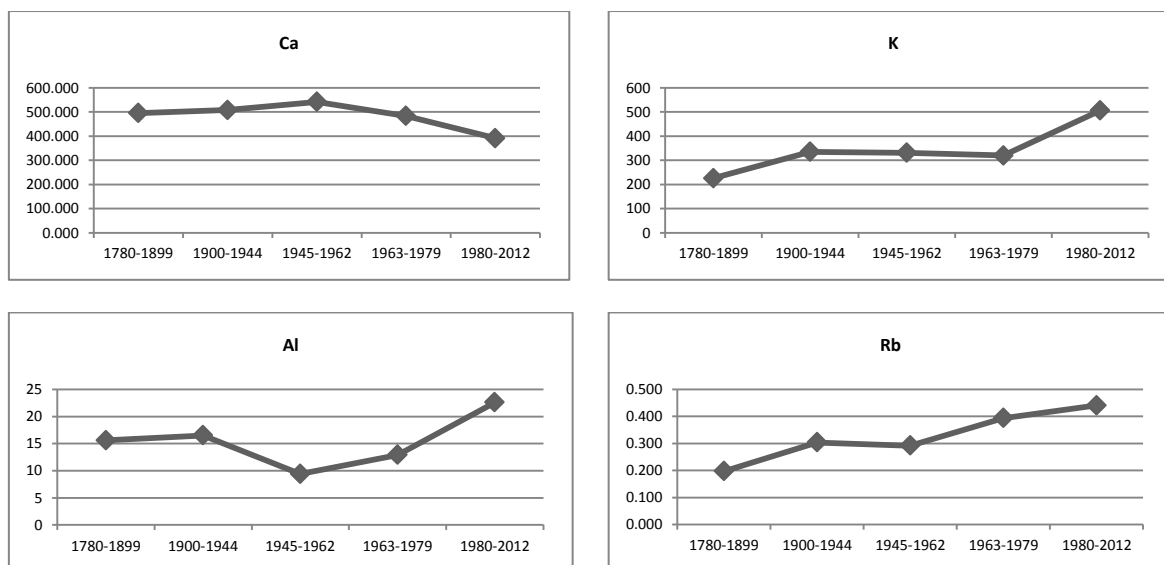


Рис. 2 Диаграммы содержаний химических элементов Ca, K, Al, Rb (мг/кг) на интервале с 1780 по 2012 годы

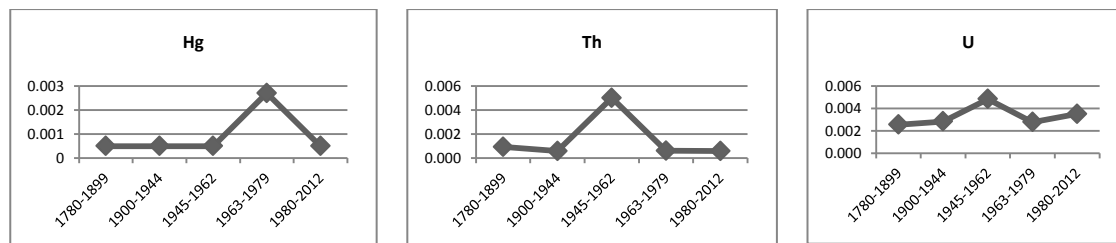


Рис. 3 Диаграммы содержаний химических элементов Hg, Th, U (мг/кг) на интервале с 1780 по 2012 годы

Известно, что Hg легко поглощается корневой системой и переносится в самом растении. Есть много свидетельств тому, что возрастание содержания Hg в почве и питающих растворах вызывает возрастание её содержания и в растениях [6]. Поступление высоких концентраций ртути на временном интервале 1963-1979 гг. (рис.3) можно связать с максимальным техногенным воздействием в это время на акваторию озера Байкал. В литературе имеются данные о загрязнении соединениями ртути озера Байкал сточными водами Северобайкальского отделения Байкало-Амурской магистрали [7], а также сточными водами Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, начавшего свою промышленную деятельность в 1966 году [5].

Высокие концентрации U и Th на временном интервале 1945-1962 гг. (рис. 3) также могут говорить о техногенном влиянии. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды возникла в 1940-х гг., когда впервые было использовано атомное оружие и началось накопление ядерного потенциала в ряде стран мира. Создание арсенала ядерных вооружений сопровождалось их регулярными испытаниями, сопряжёнными с рассеиванием во всей толще тропосферы естественных и искусственных радиоактивных элементов [9].

Таким образом, в ходе исследований мы получили информацию о химическом элементном составе *Pinus sylvestris* (L.). Территория отбора проб – Забайкальский национальный парк – является заповедной, отдалённой от прямого антропогенного воздействия. Полученные данные могут являться фоновыми для вида *Pinus sylvestris* (L.). Накопление определённых элементов в деревьях, в свою очередь, может быть связано с индивидуальными физиологическими реакциями растения на факторы окружающей среды [11]. Полученная информация трудна в интерпретации, однако некоторые явления вполне объяснимы. Так, годовичные кольца

древесных растений являются интересным объектом для изучения динамики изменения геохимического состава биосферы.

#### Литература

1. Белоголова Г.А., Матяшенко Г.В. Отражение геохимической особенности природно-техногенных экосистем Южного Прибайкалья в кислых растворах берёзы. // Проблемы геохимии эндогенных процессов и окружающей среды: материалы Всероссийской научной конференции. – Иркутск. 2007. – Т. 1. – С. 124-128
2. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. – М., «Недра», 1976. – 248 с.
3. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. – Л., 1974. – 172 с.
4. Ваганов Е.А. Дендрохронология элементного состава как перспективное направление биогеохимии / Е.А. Ваганов, А.М.Грачёв, В.В. Шишов, И.П. Панюшкина и др. // Доклады Академии наук. – М, 2013. – Т. 453. – № 6. – С. 702-706.
5. Грошева Е.И., Бейм А.М. Ртуть в сточных водах БЦБК // Материалы конференции «Проблемы экологической химии и токсикологии в охране природы». – Байкальск, 1990. – С. 48–49
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М., 1989. – 439 с.
7. Лосева Р.П., Грошева Е.И., Афонина Т.Е.. Влияние сточных вод Северобайкальского отделения БАМ на озеро Байкал и его притоки // Материалы конференции «Проблемы экологической химии и токсикологии в охране природы». – Байкальск, 1990. – С. 94–96.
8. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М., 1975. – 342 с.
9. Хаханина Т.И., Никитина Н.Г. Химия окружающей среды: учебное пособие. – М.: Издательство Юрайт; Высшее образование, 2010. – 129 с.
10. Хвостов И.В., Ковальская Г.А., Павлов В.Е. Элементный состав годовых колец сосны обыкновенной из районов Чернобыля и Подкаменной Тунгуски. // Химия растительного сырья. – Барнаул, 2011. – № 2. – С. 153–158.
11. Grachev A.M., Vaganov E.A., Leavitt S.W., Panyushkina I.P., Chebykin E.P., Shishov V.V., Zhuchenko N.A., Klorre A.A., Hughes M.K., Naurzbaev M.M. Methodology for development of a 600-year tree-ring multi-elemental record for larch from the Taymir Peninsula, Russia // Journal of Siberian Federal University. Biology. – Krasnoyarsk, 2013. – № 6(1). – P. 61–72.

### ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И ЛИСТЬЯХ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КЫЗЫЛ (РЕСПУБЛИКА ТУВА)

**Е.Я. Намчак**

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

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

Загрязнение окружающей среды является одной из наиболее важных проблем человечества на современном этапе развития.

В данной работе описывается проблема загрязнения территории г. Кызыла Республики Тува в результате сжигания угля на основе анализа проб почв и листьев тополей. В рамках данного исследования были рассмотрены и проанализированы результаты исследований проб почв и листьев тополей на территории города. По результатам этих исследований установлены уровни накопления радиоактивных элементов в почвенном покрове и листьях тополя.

Котловинный рельеф Кызыла, частые антициклоны и инверсии температуры создают неблагоприятные условия для рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, приводящее в зимнее время к повышенному загрязнению, туманам и смогам [1].

Основными источниками поступления радиоактивных элементов в почвы и растения города являются предприятия энергетики (ЦЭС), промышленные и коммунальные котельные, частный жилой сектор с печным отоплением, работающие на углях. Угли как природные образования содержат в тех или иных количествах естественные радиоактивные элементы [2].

Все это вызывает многофакторное ухудшение качества окружающей среды территории, требующее в настоящий момент комплексных мер защиты, и в связи с этим возникла необходимость проведения эколого-геохимического исследования территории г. Кызыла для установления уровня накопления радиоактивных элементов.

Предметом исследования послужили почвенный покров и листья тополей территории Кызылской ТЭЦ, промышленной зоны и частного сектора города, а также фоновой площадки в 40 км от г. Кызыла в северо-западном направлении.

Отобранные образцы были проанализированы инструментальным нейтронно-активационным методом в лаборатории ядерно-геохимических исследований кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, который позволил определить микроэлементный состав почвенных проб и золы листьев.

Степень загрязнения почвенных проб и золы листьев оценивалась методом сравнения содержаний радиоактивных элементов с их фоновыми концентрациями. В результате исследований, были получены следующие результаты (рис. 1, 2).

Максимальные значения по содержанию урана в пробах почв, как видно из рисунка 1, в районе кирпичного завода - до 3 мг/кг, тория – до 7 мг/кг. Минимальное превышение над фоном для U составляет 1,4