

подвалах содержание радона колеблется в широких пределах со значительно более высокими средними значениями концентрации на кубометр. На открытом воздухе объемная активность радона достаточно низка, за исключением территорий закрытых урановых шахт.

Особый интерес для практической медицины представляет свойство инертных газов проявлять наркотический эффект. По силе наркотического эффекта инертные газы были выстроены Н.В. Лазаревым [7] в ряд в соответствии с убыванием коэффициента Мейера-Овертона [8]. На сегодняшний день лучшим анестетиком из числа инертных газов является ксенон [1]. Как следует из ряда инертных газов, наиболее близкими к ксенону по анестетическим свойствам газами являются криптон и радон. В целях использования в медицине свойства криптона в настоящее время исследуются [6]. Радон должен проявлять еще более сильный наркотический эффект, чем ксенон, исходя из теории Мейера-Овертона, однако из-за радиоактивности этого газа его использование в качестве анестетика не известно.

Объемная активность радона в помещениях жилых зданий является весьма вариабельной величиной и во многом зависит от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в сельских населенных пунктах преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется, в основном, свойствами подстилающих пород. Основной источник радона – почва под зданием. Процесс переноса радона обусловлен двумя механизмами: диффузным, то есть наличием градиента концентрации радона в среде, и конвективным, вызванным наличием разности давлений между внутренним объемом здания и внешней атмосферой.

Одна из возможных причин повышенной активности концентрации радона в жилых помещениях с. Калачи – процессы, происходящие в заброшенных шахтах бывшего уранодобывающего комплекса. В результате многолетней подземной разработки Ишимского и Любимовского месторождений, располагавшихся вблизи с. Калачи, под землей образовались обширные пустоты (ориентировочно 53 млн. м<sup>3</sup>). При ликвидации заброшенные шахты были затоплены. В настоящее время откачка воды не производится. В периоды повышения температуры из-за возникающего перепада давления, а также во время весеннего снеготаяния и сезонов дождей из-за повышения уровня воды в шахтах, происходит увеличение давления на воздушно-газовую смесь и ее залповые выбросы к дневной поверхности по проницаемым зонам в породах и почвах. Это может касаться поступления и других газов, образующихся в затопленном пространстве (соединений азота, озона, ацетона и др.)

Практически все радиологические параметры с. Калачи соответствуют нормативным значениям, за исключением значений мощности дозы на территориях урановых шахт и повышенное содержание радона на территории села. Таким образом, повышенное содержание радона на территории села, носящее залповый характер поступления в жилые дома, подполья и подвалы, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения, учитывая свойства радона как инертного газа, возможно при сочетании воздействия и других компонентов газовой смеси.

#### Литература

1. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. Ксенон в анестезиологии. Клинико-экспериментальные исследования. М.: «Пuls». 2000. 356 с.
2. Гигиенический норматив «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» № 201 от 03.02.2012.
3. Корчевский А.А. Оценка ущерба состоянию здоровья населения Республики Казахстан от воздействия факторов окружающей среды. // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С.26.
4. Куценко С.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. 2014 г.
5. Отчет АО «Волковгеология» «Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан» (результаты работ за период 2004-2008 гг.) Том IX. Акмолинская область. Алматы, 2008 г.
6. Павлов Б.Н., Павлов Н.Б., Куссмауль А.Р. и др. Физиологические эффекты газовых смесей и сред, содержащие ксенон и криптон. [http://medxenon.ru/sreda\\_kxenon\\_krypton.html](http://medxenon.ru/sreda_kxenon_krypton.html).
7. Lederer C.M., Hollander J.M., Perlman I. Table of Isotopes. – 6th. – New York: John Wiley & Sons, 1968.
8. Meyer H. Zur Theorie der Alkoholnarkose // Arch. Exp. Path. a. Pharmacol. 1899. V.42. P.2-4.

#### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛАБАЗНИКА ВЯЗКОЛИСТНОГО (*FILLIPENDULA ULMARIA L.*) КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В.А. Жданов, Е.А. Колесникова, Е.В. Черненькая**

Научный руководитель доцент И.С. Соболев, профессор Н.В. Барановская  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Применение широко распространенных растений для выявления эколого – геохимической специализации регионов является весьма информативным методом.

Нами с этой целью проведено биогеохимическое опробование в 10 районах Кемеровской области. Пробы надземных частей лабазника вязолистного (*Fillipendula Ulmaria L.*) отбирались в пределах различных природных и техногенных ландшафтов. Общее количество – 50 проб.

Методом ИСП-МС (Аналитический центр «Плазма», г. Томск) в сухом веществе определено содержание 55 элементов. В отдельных образцах растительного материала концентрации Sc, As, Cd, Eu, Er, Lu, Ta, Tl, Vi находятся ниже порога чувствительности анализа. Превышение значений кларка содержания в сухом

веществе растений (по В. Markert, 1991) отмечено для Ca, As, Sc, Ba, Sb (Табл. 1.). Высокой степенью изменчивости концентраций характеризуются Sm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U, Rb, Eu, Sb.

Таблица 1

## Кларки концентраций и коэффициенты вариации

	Кларк концентрации	Коэффициент вариации, %		
		Однородные (< 39)	Неоднородные (40 – 79)	Весьма неоднородные (> 80)
	< 0,5	Cr	Na, Fe, Zn, Ag, Cs, La, Ce, Nd, Tb	Sm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U
	0,5 – 1	Co	Sr	Rb, Eu
	1 – 2	Ca	As, Ba	Sb
	> 2		Sc	

Оценка ранговой корреляции продемонстрировало большое количество значимых преимущественно положительных связей между элементами. Наиболее сильные из них ( $R_{\alpha = 0.05} \geq 0,95$ ) объединяют группу литофилов, что отражает влияние минерального состава почв и возможно горнодобывающую специфику региона (Рис. 1). По данным статистического анализа методом главных компонент эти же элементы с добавлением Cs испытывают значимую нагрузку первого фактора, составляющего 32 % от общей объясненной дисперсии.

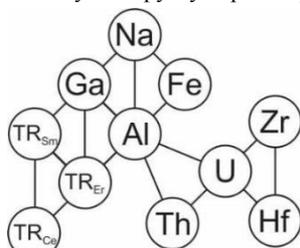


Рис. 1. Граф-ассоциации



Рис. 2. Дендрограмма корреляционной матрицы: 1,2,3,4 - номера кластеров

По результатам непараметрического однофакторного дисперсионного анализа (тест Краскела-Уоллиса) установлено статистически значимое различие между изученными районами по содержанию ряда элементов (Табл. 2). Коэффициенты концентраций, представленные в таблицах, рассчитаны по медианным значениям.

Кластерный анализ, проведенный по стандартизированным значениям концентраций компонентов, позволил выявить существенное влияние локальных факторов на обобщенную биогеохимическую характеристику районов. По особенностям строения дендрограммы выделено четыре кластера, объединяющие пробы с близким распределением элементов (Рис. 2). Методом К-среднего определена принадлежность образцов к одному из кластеров с последующей оценкой их геохимической специализации (Табл. 3).

Пробы второго и третьего кластера, по всей видимости, представляют «околофоновые» концентрации элементов с некоторой геохимической спецификой для районов и мест отбора растительного материала. Во втором кластере наиболее представительны по количеству образцы Тисульского района. Третий кластер, где доминируют пробы Кемеровского района, характеризуется относительным концентрированием ( $КК \geq 1,5$ ) редких и редкоземельных литофильных элементов.

Таблица 2

## Коэффициенты концентраций элементов, определяющих статистически значимое биогеохимическое различие между районами Кемеровской области

Район (кол-во проб)	коэффициент концентрации (КК)															
	Sc	Ti	V	Co	Ni	As	Ag	Hf	Ga	Pb	Bi	Th	U	TR(Ce)	TR(Sm)	TR(Er)
Ч (6)	1,2	1,3	0,9	1,0	0,8	0,9	1,2	0,9	0,7	1,0	1,4	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
Г (7)	<b>0,1</b>	0,6	0,7	1,2	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	1,0	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	0,9	1,0	1,0	0,8	0,7	0,9
И (5)	1,1	<b>3,2</b>	<b>1,6</b>	1,2	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	1,0	1,0	<b>1,8</b>	1,0	1,0	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4
К (5)	<b>0,4</b>	0,7	0,9	1,2	<b>1,8</b>	0,9	0,6	<b>1,7</b>	1,4	<b>1,6</b>	0,9	1,3	1,2	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>
Л (4)	0,6	0,7	<b>1,7</b>	1,3	<b>0,4</b>	1,0	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	1,4	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	1,2	1,2	1,3
М (7)	1,4	1,4	1,4	0,8	1,4	<b>1,5</b>	1,1	0,8	0,7	0,6	0,9	0,7	1,0	1,2	1,2	1,2
Т (12)	1,1	1,2	1,0	0,8	0,7	1,3	1,0	0,7	0,6	0,7	1,0	<b>0,5</b>	0,8	0,6	0,6	0,6
Я (1)	1,1	<b>4,7</b>	0,7	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	1,2	1,0	<b>0,5</b>	0,6	1,4	1,1	<b>0,4</b>	0,6	0,7	0,6	<b>0,3</b>
Б (2)	<b>0,5</b>	1,0	1,1	1,1	0,9	0,9	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	1,1	<b>3,1</b>	<b>3,2</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>
П (1)	<b>0,2</b>	0,6	1,4	1,2	1,0	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>4,2</b>	<b>2,2</b>	1,2	<b>1,5</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>	<b>3,3</b>

Примечание: районы: Ч – Чебулинский, Г – Гурьевский, И – Ижморский, К – Кемеровский, Л – Ленинск-Кузнецкий, М – Мариинский, Т – Тисульский, Я – Яйский, Б – Беловский, П – Промышленновский;  $0,5 \leq \text{КК} \leq 1,5$

Таблица 3

*Геохимическая специализация проб лабазника различных кластеров*

Номер кластера	Ранжированный по значению коэффициента концентрации ряд химических элементов: элемент (коэффициент концентрации)	Район (кол-во проб)
1.	U (5,0), TR(Er) (4,6), Hf (4,3), TR(Sm) (4,3), Zr (4,1), Th (4,1), Cs (3,9), Nb (3,7), Ta (3,6), Al (3,5), Y (3,4), TR(Ce) (3,3), Na (2,9), Fe (2,7), Ga (2,5), V (2,1), Tl (1,8), Sb (1,7), Pb (1,6), Si (1,6), Bi (1,5), Sn (1,5), Ti (1,5), Mo (1,4), Cd (1,3), Co (1,3), Rb (1,3), Li (1,2), Ba (1,2), Zn (1,1), Ni (1,1), Cr (1,1), Mn (1,1), P (1,1), Sc (1,1), Cu (1,0), W (1,0), Ag (1,0), Ca (1,0), Sr (1,0), K (0,9), As (0,8), Mg (0,8), B (0,7)	И (2), Б (1), Л (1), П (1)
2.	Sb (1,0); K (1,0), W (1,0), Bi (1,0), Rb (1,0), Cd (1,0), Mg (1,0), As (1,0), Sr (1,0), P (1,0), Ag (1,0), Cu (1,0), Cr (0,9), Ca (0,9), Co (0,9), Ba (0,9), Mo (0,9), B (0,9), Fe (0,9), Sn (0,9), V (0,8), Pb (0,8), Cs (0,8), Ta (0,8), Ti (0,8), U (0,8), Mn (0,8), Na (0,8), Zr (0,7), Si (0,7), Zn (0,7), Ga (0,7), Al (0,7), Sc (0,7), Tl (0,7), Nb (0,7), Ni (0,7), Hf (0,6), Li (0,6), TR(Sm) (0,6), TR(Er) (0,6), TR(Ce) (0,6), Y (0,5), Th (0,5)	И (1), М (1), Ч (3), Т (7), Б (1), Г (4), Л (1)
3.	W (2,2), TR(Er) (1,7), Ta (1,7), Y (1,6), Hf (1,6), Cs (1,5), TR(Ce) (1,4), Al (1,4), TR(Sm) (1,4), Zr (1,4), Bi (1,4), Nb (1,4), Fe (1,3), Ga (1,3), U (1,3), Th (1,3), Mn (1,3), V (1,2), Na (1,2), Co (1,2), Sb (1,2), Ti (1,2), Li (1,1), Sn (1,1), B (1,1), Si (1,1), Pb (1,1), Ca (1,1), Mo (1,1), Cr (1,1), Tl (1,0), Sr (1,0), Mg (1,0), Zn (1,0), Cd (1,0), Cu (1,0), P (1,0), As (1,0), Ba (0,9), Ag (0,9), K (0,9), Ni (0,9), Sc (0,9), Rb (0,8)	И (1), М (3), Ч (3), Т (3), К (5), Г (2), Л (2)
4.	Ni (2,9), Ba (1,8), Cd (1,8), Ti (1,8), Zn (1,6), Cu (1,4), As (1,4), Mn (1,3), Rb (1,3), Sc (1,1), P (1,1), K (1,1), Cr (1,1), Ag (1,0), Bi (1,0), Mg (1,0), Li (0,9), Ca (0,9), Sr (0,9), B (0,9), Si (0,9), V (0,9), W (0,8), Sn (0,8), Mo (0,8), Y (0,8), Fe (0,8), Ga (0,7), Hf (0,7), Zr (0,7), Cs (0,7), TR(Ce) (0,7), TR(Sm) (0,7), Co (0,6), Na (0,6), U (0,6), Al (0,6), Pb (0,6), Nb (0,5), Tl (0,5), TR(Er) (0,5), Th (0,5), Ta (0,4), Sb (0,4)	Я (1), И (1), М (3), Т (2), Г (1)

Примечание: районы: Ч – Чебулинский, Г – Гурьевский, И – Ижморский, К – Кемеровский, Л – Ленинск-Кузнецкий, М – Мариинский, Т – Тисульский, Я – Яйский, Б – Беловский, П – Промышленновский

Весьма контрастным относительным накоплением преимущественно литофильных элементов выделяются образцы первого кластера. При этом обращает на себя внимание яркая специализация на естественные радиоактивные, редкоземельные и редкие элементы.

Пробы четвертого кластера на общем фоне обособляются смешанной халькогенидо-литофильной ассоциацией концентрирующихся элементов.

Таким образом, региональную биогеохимическую дифференциацию исследованных районов Кемеровской области необходимо проводить с учетом особенностей природных и техногенных особенностей мест обора проб. Существенное искажение в обобщенные биогеохимические характеристики территорий вносит подчиненное количество образцов с аномальным отклонением в уровнях накопления ряда элементов.

*Работа выполнена при поддержке грант РФФИ 15-17-10011.*

## ЕСТЕСТВЕННАЯ ПРИРОДНАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

**А.Н. Злобина**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

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

Высокое содержание радионуклидов в почвах, горных породах влечет за собой повышенные концентрации радиоактивного газа радона, что в свою очередь приводит к опасной радиэкологической обстановке.

Одним из первых о районах с повышенной радиоактивностью писал американский ученый Меррил Эйзенбад в середине прошлого века: «известны два источника высокой природной радиоактивности: минеральные источники и районы монацитовых песков или других природных отложений» [4]. С тех пор было открыто несколько регионов с высоким содержанием естественных радиоактивных элементов в почвах. Примером могут служить почвы района Посус-ди-Калдас в Бразилии, почвы штата Керала в Индии, почвы острова Ньюе, почвы южно-китайской провинции Гуандун, почвы французского региона Овернь, монацитовые пески побережья Азовского моря.

Причиной формирования высоких концентраций естественных радиоактивных элементов в почвах, прежде всего, могут быть высокие концентрации этих компонентов в первичных почвообразующих породах, а также различные геологические процессы, приводящие к накоплению радиоактивных элементов [2].