

ISSN 1991-8801

Ғылыми журнал Научный журнал

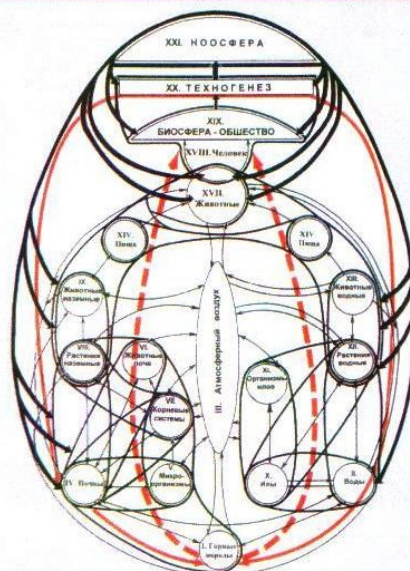


БИОГЕОХИМИЯ ЖӘНЕ ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕСЕРІ

ПРОБЛЕМЫ БИОГЕОХИМИИ И ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

THE PROBLEMS OF BIOGEOCHEMISTRY AND GEOCHEMICAL ECOLOGY

№3 (20)
2012



Scientific Journal

УДК: 574.4

Л.И. Инишева¹, Т.Н. Цыбукова², Е.Э. Веретенникова³

Томский государственный педагогический университет¹

634061, Россия, г. Томск, ул. Киевская, 60

Тел.: (8-3822) 52-17-58, E-mail: rector@tspu.edu.ru

Сибирский государственный медицинский университет²

634050, Россия, г. Томск, ул. Московский тракт, 2; Тел.: (8-3822) 53-04-23

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН³

634021, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТОРФАХ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Изложены результаты исследований элементного состава низинных и верховых торфов южно-таежной подзоны Западной Сибири с использованием нейтронно-активационного метода анализа. Образцы торфа отобраны на торфяных месторождениях, находящихся в экологически чистых районах и могут служить как объекты естественных закономерностей аккумуляции элементов в процессе торфообразования. Показано, что элементный состав западносибирских торфов характеризуются региональными особенностями. Ботанический состав торфов определяет концентрацию в них элементов. В предлагаемой работе дается эколого-геохимическая оценка западносибирских торфов.

Ключевые слова: торфа, Западная Сибирь, элементы, нейтронно-активационный анализ, ботанический состав.



Л.И. Инишева

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель проблемной лаборатории агроэкологии



Т.Н. Цыбукова

кандидат химических наук, доцент кафедры химии



Е.Э. Веретенникова

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник

Введение

Большая увлажненность Западно-Сибирской равнины в сочетании со слабо расчлененным рельефом, развитием преимущественно слабопроницаемых отложений и значительным количеством осадков создают благоприятные условия для развития процессов торфообразования на большей части рассматриваемого региона. Разнообразие гидрогеологических условий Западно-Сибирской равнины обуславливает сложность геохимии торфяных залежей, что в свою очередь способствует формированию торфяных залежей со специфическим элементным составом торфов.

Цель исследований

Выявление закономерности содержания, распределения и динамики химических элементов в южно-таежной подзоне Западной Сибири.

Объектами исследований послужили репрезентативные торфа верхового и низинного типов, отобранные на 12 представительных торфяных месторождениях в пределах южно-таежной подзоны Западной Сибири. Выбор торфяных месторождений для отбора торфов проводили по методике, разработанной лабораторией агроэкологии ТГПУ.

Все торфяные месторождения относятся к террасовому и водораздельному типам залегания.

Среди верховых отобраны торфа моховой и травяно-моховой групп. Низинные торфа отбирались только нормальной зольности (до

12%) древесной, древесно-травяной, травяной и травяно-моховой групп. Каждый вид торфа по ботаническому составу представлен выборкой из 12-20 образцов. Всего проанализировано 140 образцов. С целью исключения влияния антропогенеза на содержание химических элементов все отобранные образцы торфа для исследования взяты глубже 50 см.

В отобранных образцах торфов были проведены следующие анализы. Ботанический состав и степень разложения (ГОСТ 28545-89), зольность (ГОСТ 11305-83). Содержание химических элементов Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Br, Sr, Cs, Ba, Hf, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th, U в торфах проводилось инструментальным нейтронно-активационным анализом в Институте ядерной физики (НИИЯФ) при Томском политехническом университете [18]. В торфах изучено содержание 18 химических элементов. В процессе обсуждения результатов были исключены элементы, содержание которых не обнаружено в исследуемых пробах или оно оказалось за пределами чувствительности метода (Tb, Na, As, Sn, Ni, Ge, Ag, Au, Sb).

Чувствительность определения отдельных элементов различна: Au, Eu – 10-3 мг/кг; Sb, Sm, Hf, Th – 10-2 мг/кг; Cs, Co, Cr, Ag, Hg, Se, Sc, La, Ce – 10-1 мг/кг; Rb, Ba, Br – 1 мг/кг; Na, Ni, Sn – 10 мг/кг; Sr – 100 мг/кг. Точность определения элементов также различна. С точностью 10-20 % определяются элементы: Fe, Ca, Br, Co, Sc, Ge, La, Sm, Sr; менее надежно (с точностью 50-80 %) Na, Ba, Cs, Eu, Th, Hf. С точностью более 80 % Rb, Ni, Ag, Au, Sn, Cr, Hg, Se.

Для оценки концентрации химических элементов в торфах использовали кларки А.П. Виноградова [6,7], А.А. Беуса [4], А. Кабата-Пендиас и Х. Пендиас [22], Н.Л.М. Bowen (1966) [5].

Математическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета программ STATISTICA 6.0, EXEL. Графические построения выполнены с помощью пакетов прикладных программ: «Origin 6.0», «SigmaPlot-2001».

Анализ содержания элементов в торфах производили в порядке возрастания атомного ядра элемента согласно периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Представление результатов подобным образом является непротиворечивой и по многим параметрам согласованной гармоничной системой нормативных содержаний химических элементов в природных объектах.

Верховые торфа. Степень разложения исследуемых верховых торфов изменяется от 0 до 38 % (таблица 1). Наибольшая средняя степень разложения выявлена для пушицево-сфагнового торфа (27,6 %), а наименьшая – для фускум (5,0 %). Далее по увеличению R следуют комплексный (7,8 %) и сфагново-мочажинный (9,9 %) виды. Отметим, что коэффициенты варьирования R изменяются в широких пределах: от 0 до 48 %. Таким образом, положение о том, что однокомпонентные виды торфов имеют в природе определенную степень разложения [28], в данном случае справедливо. Исследуемые верховые торфа характеризуются низкой зольностью 0,4 % - 10,6%. В среднем зольность торфов равна 2,9 %. Наибольшим средним значением зольности характеризуется сфагново-мочажинный торф (4,6 %), а наименьшим – пушицево-сфагновый (1,5 %). Промежуточное значение зольности отмечается в комплексном и фускум торфах (3,3 и 2,0 % соответственно). Коэффициенты вариации зольности исследуемых торфов характеризуются как значительные (от 33 до 48 %).

Таблица 1 – Общетехнические свойства торфов верхового типа

Вид торфа	Выборка	Степень разложения, %		Коэф. варьирования, %	Зольность, %		Коэф. варьирования, %
		Min/max	Средняя		Min/max	Средняя	
Пушицево-сфагновый	12	6,0/38,0	27,60	33	0,4/2,5	1,5	49
Сфагново-мочажинный	15	3,0/20,0	9,9	48	1,5/10,6	4,6	68
Комплексный	17	5,0/19,0	7,8	34	1,2/8,6	3,3	65
Фускум	20	5		0	0,7/3,7	2,0	38

Содержание элементов изменяется в широких пределах, что характеризует большую изменчивость полученных величин. Наимень-

шие коэффициенты вариации характеризуются величинами от 40 % и выше. Самые низкие коэффициенты вариации характерны для Sc,

Va, Hf, La, Ce, Eu, Th; самые высокие (превышающие 100 %) – для Fe, Co, Sm, Yb и U. Следует отметить высокую встречаемость элементов в торфах, за исключением Cs, Yb, U. Основной причиной высокого варьирования содержания элементов в торфах по нашему мнению, является разнообразие растений-торфообразователей.

Результаты изучения элементного состава торфов разного ботанического состава показали, что распределение химических элементов зависит от вида торфа (табл. 2). Так, например среднее содержание Ca в пушицево-сфагновом, комплексном и фускум торфах практически одинаково (2300-2400 мг/кг), несколько выше – в сфагново-мочажинном торфе (3400 мг/кг). Пушицево-сфагновый, комплексный и фускум торфа характеризуются близкими средними значениями Sc (0,54-0,76 мг/кг),

Cr (1,57-1,83 мг/кг), Hf (0,11-0,12 мг/кг), La (0,47-0,65 мг/кг). Несколько выше содержание Hf и La (0,17 и 0,94 мг/кг соответственно) отмечается в сфагново-мочажинном торфе. Практически одинаково среднее содержание Eu (0,06-0,07 мг/кг) во всех исследуемых видах торфов, за исключением пушицево-сфагнового, в котором содержание Eu в среднем составляет 0,11 мг/кг. Среднее содержание Br в пушицево-сфагновом и комплексном торфах практически не отличается (9,00 и 9,64 мг/кг соответственно); самое высокое его содержание обнаружено в сфагново-мочажинном торфе (13,30 мг/кг), а самое низкое – в фускум (4,42 мг/кг). Пушицево-сфагновый и фускум торфа характеризуются близкими значениями по содержанию Sr (48,0 и 46,10 мг/кг соответственно).

Таблица 2 – Содержание химических элементов в верховых торфах, мг/кг сухого веса

Элемент	Среднее арифм. значение	Коэффициент вариации, %	Элемент	Среднее арифм. значение	Коэффициент вариации, %
Ca	2618±300	85	Hf	0,13±0,007	44
Sc	0,57±0,03	40	La	0,64±0,05	58
Cr	1,55±0,18	83	Ce	2,79±0,18	52
Fe	2300±400	138	Sm	0,15±0,02	108
Co	1,02±0,17	134	Eu	0,07±0,005	53
Br	9,00±0,83	77	Yb	0,030±0,001	45
Sr	60,00±6,00	78	Lu	0,001±0,00	80
Cs	0,16±0,02	83	Th	0,30±0,17	48
Va	75,00±5,00	54	U	0,07±0,01	108

Следует отметить существенное варьирование средних содержаний Sm (от 0,08 до 0,23 мг/кг), Co (от 0,73 до 1,53 мг/кг), Fe (от 1500 до 3600 мг/кг). Так, самым высоким средним содержанием Fe, Co и Sm характеризуется комплексный торф, а самым низким – сфагново-мочажинный и фускум торфа.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что некоторые элементы накапливаются избирательно, что характерно для Cs, Yb, Lu, U. Так, например, Cs обнаружен в фускум и пушицево-сфагновом торфах, тогда как комплексный и сфагново-мочажинный торфа характеризуются его отсутствием. Элементы Lu и U не накапливаются в сфагново-мочажинном торфе, а Yb встречается только в фускум торфе. В целом пушицево-сфагновый торф отлича-

ется более высоким содержанием большинства элементов: Sc, Cr, Cs, Va, Ce, Lu, Th, U, Eu. Среди исследуемых торфов сфагново-мочажинный содержит больше, чем другие торфа Ca, Br, Sr, Hf, Va и La, но меньше – Sc, Fe, Co, Ce, Th. Комплексный торф накапливает Fe, Co, Sm по сравнению с другими исследуемыми торфами. Фускум торф по сравнению с выше отмеченными торфами характеризуется самым низким содержанием практически всех элементов, за исключением Yb и U, среднее содержание которых в данном виде торфа самое высокое.

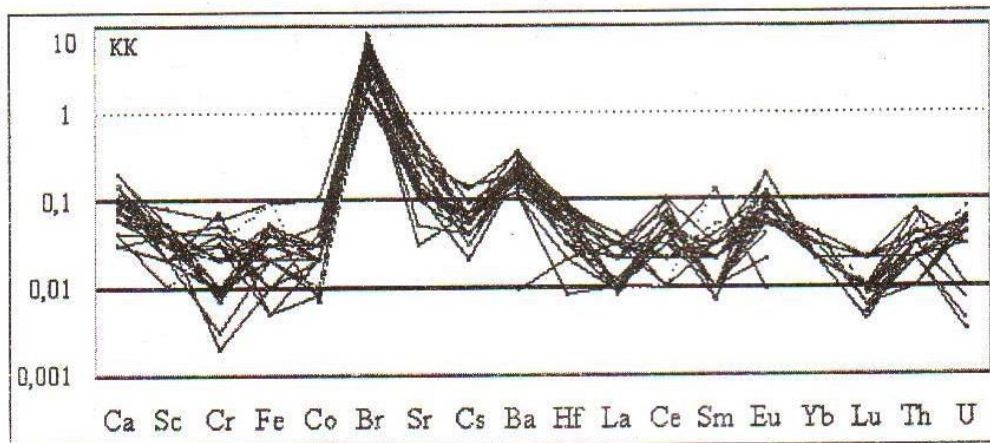
Таким образом, верховые торфа по способности накапливать химические элементы можно построить в следующий ряд: пуши-

цево-сфагновый > сфагново-мочажинный > комплексный > фускум.

Сравнение полученных результатов для верховых торфов по сравнению с их европейскими аналогами свидетельствует о более высоком содержании в них Ca, Fe (в среднем 2 раза), Ba, Sr (в среднем 4 и 3,5 раза соответственно [23, 24]; Сапрыкин Ф.Я., [30]). По сравнению с генеральными средними, рассчитанными В.В. Ивановым [13] для торфов России, исследуемые торфа характеризуются низким

содержанием Co (в 6,7 раз), но более высоким - Sr (почти в 4 раза); содержание Cr сопоставимо.

По интенсивности накопления элементы делятся на 3 группы, объединяемые уровнями концентрирования [10, 11]. В первую группу относится только Br (КК > 1), концентрация которого выше в исследуемых торфах, чем в земной коре. Ко второй, третьей групп относятся элементы с низкой интенсивностью накопления (рис. 1).



(разными значками обозначены разные образцы)

Рисунок 1 – Кларки концентрации химических элементов в верховых торфах

Вторая группа представлена элементами, КК которых составляют десятые доли (0,1) и превышают 0,7. Это элементы: Sr, Ba. Третью группу формируют элементы, концентрация которых в торфах относительно литосферы отличается больше, чем на 1 порядок и составляет сотые доли (0,01). Эта группа представлена большим набором элементов и их КК не превышают 0,08. Таковы Ca, Sc, Fe, Co, Cs, Hf, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th, и U.

Низинные торфа. В низинных торфах степень разложения изменяется от 15% до 50% (таблица 3).

Таблица 3 – Общетехнические свойства торфов низинного типа

Вид торфа	Выборка	Степень разложения, %		Коэффициент варьирования, %	Зольность, %		Коэффициент варьирования, %
		Min/max	Средняя		Min/max	Средняя	
Древесный	20	25,0/50,0	35,8	23	8,7/12,0	9,8	11
Древесно-осоковый	20	20,0/40,0	30,5	18	8,7/11,5	9,4	9
Осоковый	20	15,0/32,8	24,5	21	4,6/5,4	6,0	25
Осоково-гипновый	15	21,5/30,0	24,0	13	6,3/10,2	7,9	19

Наибольшее среднее значение степени разложения (35,8%) выявлено для древесного торфа, а наименьшее – для осоково-гипнового (24,0%) и осокового (24,5%) торфов. В ни-

зинных торфах зольность изменяется от 4,6 до 12,0%, при этом максимальная средняя зольность отмечается для древесного вида (9,8%). Далее по убыванию следуют: древес-

осоковый (9,4 %) – осоково-глинистый (7,9 %) – осоковый виды торфа (6,0 %).

Содержание элементов в торфах низинного типа, как и в верховом, характеризуется большой амплитудой варьирования, обусловленной многообразием состава растений-торфообразователей. Особенно это отмечается для элементов Cs, Hf, Yb, Lu и U, коэффициент

вариации которых выше 100 %. Содержание элементов в низинных торфах характеризуется высокой встречаемостью, которая составляет для большинства элементов 75-100 % от всех исследуемых проб. Исключением являются Cs, Hf, Yb, Lu, U, встречаемость которых в исследуемых пробах самая низкая и изменяется от 7 до 69 % (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание химических элементов в низинных торфах, мг/кг сухого веса

Элемент	Среднее арифм. значение	Коэффициент вариации, %	Элемент	Среднее арифм. значение	Коэффициент вариации, %
Ca	15300±1200	65	Hf	0,17±0,02	102
Sc	0,99±0,09	75	La	1,52±0,11	61
Cr	4,40±0,52	92	Ce	3,29±0,32	85
Fe	22400±600	25	Sm	0,42±0,03	70
Co	4,64±0,21	40	Eu	0,10±0,01	82
Br	34,00±1,30	34	Yb	0,06±0,02	217
Sr	250,00±14,00	47	Lu	0,01±0,002	173
Cs	0,17±0,05	181	Th	0,49±0,04	65
Ba	121,00±11,00	75	U	1,10±0,20	140

В целом, полученные результаты сопоставимы с ранее полученными нами данными для торфов Западной Сибири [20]. Так, по сравнению с торфами юго-восточной территории Западной Сибири исследуемые торфа характеризуются более низким содержанием Cr, Co, Lu в 2 раза; Ca, Br почти в 3 раза. В то же время содержание Fe и U меньше в 2 и 5,0 раз соответственно. Содержание Sc, Sr, Ba, La, Sm, Eu сопоставимо. Выявленные различия обусловлены, по всей вероятности, присутствием в выборке торфов разной зольности. Как было отмечено выше, содержание химических элементов во многом определяется зольностью торфов [25].

В связи с этим представляет интерес провести сравнение элементного состава низинных торфов с низинными пойменными торфами [19]. Так пойменные торфа содержат больше Ca (в 3,4 раза), Co (в 3), Cr (в 1,9), Hf (в 1,9), Sr (1,5), Ce (1,2), что объясняется особенностями генезиса пойменных торфов, в которых содержание минеральных веществ составляет 30-40 % от массы торфа.

Распределение химических элементов в торфах разного ботанического состава низинного типа имеет более равномерный характер по сравнению с верховыми. Все исследуемые торфа характеризуются равномерным распре-

делением содержания Sc, Fe, Br, Sr, Ba, La, Eu. Вместе с тем среднее содержание Ca, Cr, Co, Br, Hf, Ce, Sm, Th изменяется в зависимости от вида торфа. Следует отметить, что некоторые элементы не содержатся в том или ином виде торфа. Так, например, Yb, Lu, U не обнаружены в осоковом торфе; в древесно-осоковом – U; в осоково-глинистом – Yb и Lu.

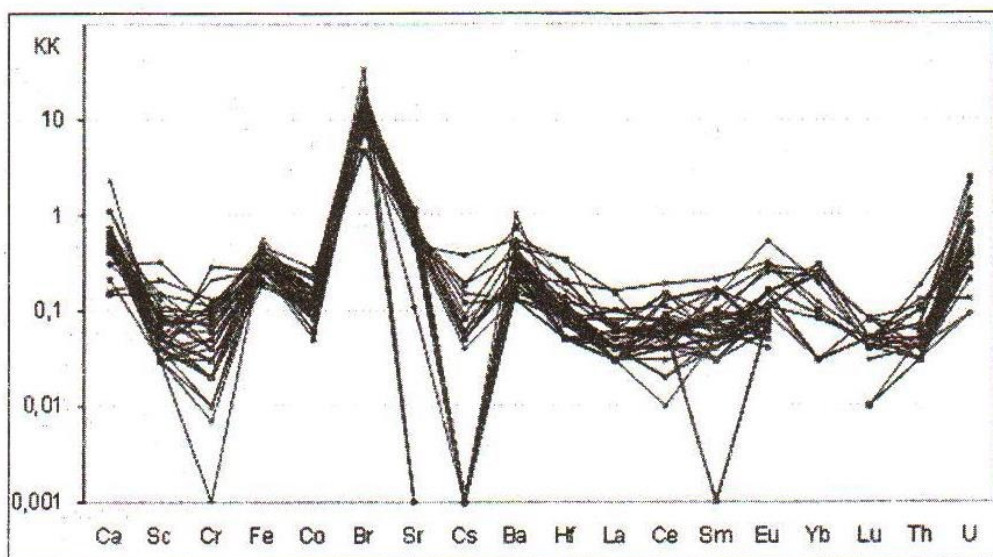
Поддаляющее большинство исследуемых химических элементов накапливается в древесном торфе, что отмечалось нами и ранее [17]. Древесно-осоковый торф отличается самым высоким содержанием Sr, Ba, Ce, Sm и U; но меньшим - Ca, Sc, Cr, Fe, Co, La, Eu, Th, по сравнению с древесным торфом. Вместе с тем необходимо отметить, что древесно-осоковый торф характеризуется самым низким содержанием Br и Hf по сравнению с остальными рассматриваемыми торфами. Осоковый торф, как и древесный, содержит в высоких концентрациях Fe, несколько ниже концентрация Ba. Осоково-глинистый торф содержит больше, чем другие торфа Co, Br и Hf; несколько ниже Ca, Sc, Cr, Sr, Ce, Sm, и Th, по сравнению с выше рассмотренными торфами.

Таким образом низинные торфа по их способности накапливать химические элементы можно построить в следующий ряд: дре-

весный > древесно-осоковый > осоково-гипновый > осоковый.

По сравнению с кларками литосферы в низинных торфах все элементы формируют

также 3 группы, как и в случае с верховым объединяемые по уровням концентрированы (рис. 2).



(разными значками обозначены разные образцы)

Рисунок 2 – Кларки концентрации химических элементов в низинных торфах

В первую группу входит Br, отличающийся наибольшим накоплением и максимальными экстремальными пределами КК, более высокими, чем в верховых торфах. Во вторую группу относятся элементы, накопление которых относительно литосферы на один порядок ниже и их КК достигают 0,90. Если в верховых торфах эту группу представляют только 2 элемента (Ba и Sr), то в низинных к их числу добавляются Ca, Fe, Co, Sb, U. Интересно отметить, что практически все элементы, относящиеся к рассматриваемой группе, согласно А.И. Перельману [27] принадлежат к типичным щелочным и щелочноземельным элементам, образующие катионы.

В третью группу отнесли элементы, концентрация которых на два порядка ниже по сравнению с литосферой, а их КК не превышают 0,09. Если в верховых торфах эта группа самая многочисленная, то в низинных количество элементов в этой группе сокращается и она представлена следующими элементами: Sc, Cr, Cs, Hf, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th. Подавляющее большинство этих элементов литофильные.

Обсуждение полученных результатов

Особенности исследуемых торфов можно оценить следующим образом: они обогащены Ca, Fe, а также другими элементами, такими

как Sc, Co, Sr, Ba, Br, Yb по сравнению с своими аналогами на Европейской территории России [23], Дальнем Востоке [12], а также генеральными средними, рассчитанными для торфов России В.В. Ивановым [13]. Данное положение можно объяснить следующим образом. Первая причина – почвообразующие породы, обогащенные Ca, Fe, а также микроэлементами Ba, Sr, Br, Mn, Cu, Zn, M, Yb, Sc. Вторая причина – биогенный тип накопления отдельных элементов. С точки зрения В.К. Бахнова [2, 3] основное количество элементов в торфах накапливается на исходном этапе торфообразования, когда их источником служит минеральная порода. Из этого слоя насыщенного зольными элементами, корневая система следующего слоя торфообразователя потребляет элементы питания. Так происходит перераспределение элементов по профилю торфяной залежи с постепенным снижением их концентрации. Таким образом, древняя почва, подвергаясь заболачиванию, выполняет роль почвообразующей породы в отношении к формирующейся на ней торфяной почве, и в дальнейшем между ними сохраняется тесная генетическая связь. Таким образом, биогенный тип накопления элементов в профиле торфяных почв определяет накопление отдельных элементов.

Анализ средних содержаний элементов в торфах показывает, что в целом низинные торфа содержат в большем количестве все исследуемые элементы по сравнению с верховыми (Fe в 10 раз, Ca в 6, Co в 5, Br и Sr в 4 раза, Cr, Sm, Yb – в 3, Sc, Ba, La, Th – в 2, Lu, U – 10 и 16 раз соответственно).

Верховые болота являются примером геохимической автономной экосистемы. Напротив, низинные болота – геохимически подчиненный ландшафт [9]. Выносимые элементы поглощаются растениями низинных болот и аккумулируются в их отмирающих органах. По этой причине в растениях-торфообразователях и далее в торфе низинных болот концентрация химических элементов более высокая, чем в верховых болотах.

Повсеместное распространение на территории южно-таежной подзоны Западной Сибири лессовидных пород, обогащенных Ca, Fe, а также многими другими элементами, такими как Ba, Sr, Br, Mn, Cu, Zn, Mo, Sc, Yb предопределило особенности элементного химического состава торфов исследуемой территории. В частности, повышенное содержание железа в торфах, как верхового, так и низинного типов, по-видимому, определяется влиянием мощных залежей сидеритов Колпашевского железорудного бассейна (на глубине 150-200 м), что также отмечается и другими исследователями [1]. Источником Ca в торфах являются повсеместно распространенные на территории исследований глинистые отложения повышенной карбонатности (содержание Ca в них зачастую составляет по разным данным 7-8 %, иногда достигает 13-20 %) [26].

В почвообразующих породах, богатых карбонатом Ca, отмечается высокое содержание Sr – доказательство одинаковой в изучаемых ландшафтах геохимической судьбы двух элементов, на что указывают многие ученые [14, 15], что обуславливает накопление этого элемента в торфах.

Повышенное содержание Br – региональная черта почвообразующих пород Западной Сибири в целом [14] также явилась предпосылкой накопления этого элемента в торфах южно-таежной подзоны.

Исследуемые торфа характеризуются повышенным содержанием Ba. Заметим, что полученные нами данные несколько отличаются от результатов исследований относительно содержания этого элемента в торфах Западной Сибири. Так, например, В.С. Архиповым с соавт. [1], Л.И. Инишевой с соавт. [18] указывается на пониженное содержание Ba (6,3-6,9 мг/кг) в торфяных месторождениях Обь-

Иртышского междуречья. Вместе с тем, по данным исследований Н.М. Рассказова с соавт. [29] содержание Ba в торфах Западной Сибири может достигать 1 %. С одной стороны такие противоречия могут объясняться химической природой самого элемента, обладающего в кислой глеевой обстановке высокой миграционной способностью, ведущей к общей обедненности пород обрамления этим элементом, а с другой стороны – не исключена его вторичная аккумуляция в процессе гипергенеза, приводящая к существованию локальных зон повышенной концентрации этого элемента. Высокое содержание Ba в почвообразующих породах отмечается также в работах В.Б. Ильина [16], А.И. Сысо и др. [31, 32] – как следствие его аккумуляции на карбонатных геохимических барьерах. По-видимому, этими же причинами можно объяснить и повышенное содержание в исследуемых торфах Sc, Co, Sr, Ba, La, Yb.

Обращает на себя внимание высокая вариабельность содержания практически всех химических элементов, как в верховых, так и в низинных торфах. Основной причиной этого, как мы полагаем, является разнообразие растений-торфообразователей, которые не только по-разному поглощают химические элементы из почвы, но и с разной степенью концентрируют их в своих тканях. Если рассматривать торфяную почву как субэкваторную инситу систему со знаком минус (поскольку инситу процессы в силу аккумулятивного накопления развиваются вверх в отличие от минеральных почв) [21], то ее свойства определяются, прежде всего, ботаническим составом. Таким образом, перемещение элементов питания в нарастающей торфяной залежи в процессе развития болота осуществляется преимущественно биогенным путем, как уже было показано выше в работах В.К. Бахнова [2, 3].

Отметим, что некоторые химические элементы накапливаются избирательно, что характерно для Cs, Yb, Lu, U. Так, например, в верховых торфах Cs обнаружен в фускум и пушицево-сфагновом видах при наибольшем содержании в последнем, тогда как комплексный и сфагново-мочажинный виды характеризуются его отсутствием. Элементы Lu и U не накапливаются в сфагново-мочажинном торфе, а Yb встречается только в фускум торфе. Пушицево-сфагновый торф отличается наибольшим накоплением в Sc, Ba, Br, Ce, Lu, Th, Eu, U, в то время как сфагново-мочажинный торф содержит больше, чем другие виды торфа Ca, Sr, Ba, Sm и La, но меньше – Fe, Cr, Co, Se.

Самым низким накоплением элементов характеризуется фускум торф, за исключением Yb и U, содержание которых в данном торфе самое высокое.

В низинных торфах распределение химических элементов имеет более равномерный характер. Следует отметить, что по содержанию химических элементов особо выделяются древесный и древесно-осоковый торфа.

В верховых торфах кларки концентрации ниже по сравнению с низинными и особенно это прослеживается по элементам Fe, Sc, Sr, Ca, U. Такое положение является вполне закономерным и логичным, поскольку верховые торфа, во-первых, характеризуются более низким содержанием элементов по сравнению с низинными, а во-вторых – их накопление зависит исключительно от баланса поступления и выноса веществ, который может сильно варьировать в зависимости от геохимической принадлежности территории.

Таким образом, сравнение закономерностей накопления и рассеяния элементов в торфах с почвами и литосферой показывает, что для торфов характерен свой, специфический набор накапливаемых элементов. Такое своеобразие определяется, по словам М.А. Глазвской [8], принадлежностью торфов к биогенным телам природы, находящимся в геохимическом сопряжении с биокосными телами, такими как почвы, и косными образованиями, которыми являются почвообразующие породы. Следовательно, торфа имеют совершенно четкую геохимическую специализацию, которая отличает их от почв и литосферы. Большая часть элементов, обнаруженная в торфах, прошла через живые организмы [9]. Очевидно, это основная причина того, что такие элементы, как Вг, активно концентрируются в торфах, тогда как щелочные и редкоземельные обнаруживают тенденцию к рассеиванию в отличие от литосферы.

Выводы

1. Определен региональный элементный химический состав торфов и торфяных почв южно-таежной подзоны Западной Сибири. Показано, что содержание, распределение и накопление исследуемых элементов в рассматриваемых торфах характеризуется неоднородностью, что связано с воздействием многих факторов.

2. Изученные торфа по содержанию химических элементов отличаются от аналогичных торфов Европейской территории России и Дальнего Востока повышенным содержанием Ca, Fe, Sc, Co, Ba, Sr, Br, Yb. Причиной этому является повсеместное распространение на

территории южно-таежной подзоны Западной Сибири лессовидных пород, обогащенных Ca, Fe, а также микроэлементами Ba, Sr, Br, Mn, Cu, Zn, Mo, Yb, Sc и особенностями их биологического круговорота.

3. Гидрологический режим и биогеохимические особенности функционирования болотных экосистем верхового и низинного типов определяют накопление химических элементов в них. Исследуемые элементы в большем количестве содержатся в низинных торфах по сравнению с верховыми.

4. Ботанический состав торфов оказывает большую роль на содержание химических элементов. Элементы Ca, Sc, Cr, Hf, La, Eu, Th характеризуются близкими величинами содержания во всех исследуемых торфах, содержание элементов Fe, Co, Br, Sr, Ba, Ce, Sm зависит от вида торфа. Некоторые химические элементы накапливаются избирательно, что характерно для Cs, Yb, Lu, U. По способности накапливать химические элементы верховые торфа можно построить в следующий ряд: пушицево-сфагновый > сфагново-мочажинный > комплексный > фускум. По способности накапливать химические элементы низинные торфа можно построить в следующий ряд: древесный > древесно-осоковый > осоково-гипновый > осоковый.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Архипов В. С., Резчиков В. И., Смольянинов С. И., Царенков А. И. Применение нейтронно-активационного анализа для изучения состава торфа // Химия твердого топлива – 1988. – № 3. – С. 30-33
- 2 Бахнов В. К. Биогеохимические процессы болотообразовательного процесса. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 193-195
- 3 Бахнов В. К. К вопросу о ведущем источнике элементов минерального питания болотных фитоценозов // Сиб. экол. журн. – 2004. – Т. XI. № 3. – С. 329-337
- 4 Беус А. А. Геохимия литосферы. – Москва: Недра, 1981. – С. 335-337
- 5 Bowen H. J. M. Trace elements in biochemistry. – N.Y.: Acad. Press, 1966. – P. 565-570
- 6 Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – Москва: АН СССР, 1957. – С. 285-287
- 7 Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия – 1962. – № 7. – С. 555-571

- 8 Глизовская М. А. Биогенное накопление и возможное превращение химических элементов в почвах (факторы и гипотезы) // Почвоведение – 1974. – № 6. – С. 3-15
- 9 Глизовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – Москва: Высшая школа, 1988. – С. 329-332
- 10 Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. – Москва: Мысль, 1983. – С. 272-274
- 11 Добровольский В. В. Основы биогеохимии. – Москва: Академия, 2003. – С. 400-405
- 12 Дюкарев В. Н., Малоглавец В. Г., Оздобинин В. И. Микроэлементы в торфоземах Приморья // Микроэлементы в антропогенных ландшафтах Дальнего Востока – Владивосток: АН СССР, 1985. – С. 69-87
- 13 Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 т., кн. 2. – Москва: Недра, 1994. – С. 303-305
- 14 Ильин В. Б., Сысо А. И. Почвенно-геохимические провинции в Обь-Иртышском междуречье: причины и следствия // Сиб. экол. журн. – 2001. – Т. 8. № 2. – С. 111-118
- 15 Ильин В. Б., Сысо А. И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – С. 229-232
- 16 Ильин В. Б., Сысо А. И. Особенности микроэлементного состава почв Западной Сибири и их отражение в региональной биогеохимии, экологии, почвоведении // Сиб. экол. журн. – 2004. – № 3. – С. 259-260
- 17 Инишева Л. И., Бернатонис В. К., Цыбукова Т. Н. Содержание микроэлементов в торфах Западно-Сибирского региона // Торфяная промышленность – 1991. – № 1. – С. 19-25
- 18 Инишева Л. И., Цыбукова Т. Н., Зарубина Р. Ф., Ефимова А. Н. Применение высокочувствительных методов в анализе торфов для оценки их экол. состояния // Журнал аналитической химии – 1996. – Т. 51. № 3. – С. 1-4
- 19 Инишева Л. И., Цыбукова Т. Н. Распределение химических элементов в низинных торфах пойменного типа // Торф в сельском хозяйстве – Томск, 1997. – Вып. 3. – С. 32-40
- 20 Инишева Л. И., Цыбукова Т. Н. Эколого-геохимическая оценка торфов юго-востока Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы – 1999. – № 1. – С. 45-51
- 21 Инишева Л. И., Юдина Н. В., Инишев Н. Г., Головченко А. В. Распределение органических веществ в системе геохимически сопряженных болотных ландшафтов // Геохимия – 2005. – № 2. – С. 1-9
- 22 Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – Москва: Мир, 1989. – С. 439-442
- 23 Крештапова В. Н. Методические рекомендации по оценке содержания микроэлементов в торфяных месторождениях Европейской части России. – Москва: Мир, 1974. – С. 200-203
- 24 Крештапова В. Н. Агрохимическая классификация торфяных почв в связи с их с/х-ным использованием // Почвоведение: аспекты, проблемы, решения. – Москва: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2003. – С. 71-88
- 25 Лиштван И. И., Король Н. Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Минск: Наука и техника, 1975. – С. 320-323
- 26 Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – Москва: Наука, 1977. – С. 228-230
- 27 Перельман А. И. Геохимия. – Москва: Высшая школа, 1989. – С. 527-530
- 28 Раковский В. Е., Пигулевская Л. В. Химия и генезис торфа. – Москва: Недра, 1978. – С. 231-233
- 29 Рассказов Н. М., Солодовникова Р. С., Головина М. Р. Микроэлементный состав торфов и торфяных вод Обского, Таганского и южной части Васюганского торфяных месторождений // Известия ТПИ – 1969. – Т. 178. – С. 84-91
- 30 Сапрыкин Ф. Я. Геохимия почв и охрана природы. – Ленинград: Наука, 1984. – С. 231-234
- 31 Сысо А. И. Общие закономерности распределения микроэлементов в покровных отложениях и почвах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал – 2004. – № 3. – С. 273-287
- 32 Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. – Москва: Недра, 1976. – С. 488-450

**БАТЫС СІБІРДІҢ ОҢТҮСТІК-ТАЙГАЛЫҚ КІШІ
АЙМАҒЫНЫҢ ОЙПАТТЫҚ ЖӘНЕ ҚЫРАТТЫҚ ТОРФТАРЫНЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫ
Л.И. Инишева, Т.Н. Цыбукова, Е.Э. Веретенникова**

Талдаудың нейтрондық-активациялық тәсілін пайдалана отырып Батыс Сібірдің оңтүстік-тайгалық кіші аймағының ойпаттық және қыраттық торфтарының элементтік