

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТАХ
ЛАНДШАФТА ГЫДАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

TRACE ELEMENTS IN MAIN LANDSCAPE COMPONENTS OF THE GYDAN PENINSULA

Ключевые слова: Гыданский полуостров, почвенный покров, почвообразующие породы, донные отложения, поверхностные воды, микроэлементы.

Исследования ландшафтов Гыданского полуострова, в том числе микроэлементного состава почвенного покрова, почвообразующих пород, донных отложений и поверхностных вод, единичны и недостаточны для характеристики их современного состояния. Такая ситуация сложилась вследствие труднодоступности территории. Между тем такие исследования могут быть основой в оценке фонового состояния компонентов ландшафта и расчете рисков для человека и окружающей среды по мере увеличения антропогенной нагрузки. В качестве основных компонентов ландшафта на Гыданском полуострове отобраны образцы донных отложений, почвообразующих пород, поверхностных вод и почвенного (0-10 см) покрова. В донных отложениях, почвенном покрове и почвообразующих породах определяли содержание гумусовых веществ, актуальную кислотность, емкость поглощения, ионный состав водорастворимых соединений, гранулометрический и микроэлементный составы; в поверхностных водах – актуальную кислотность, ионный и микроэлементный составы. Формирование почвенного покрова в условиях застоя воды, вызванного водоупором многолетнемерзлотных горных пород, приводит к появлению в почвенном профиле восстановительных процессов, которые в свою очередь способствуют интенсивному накоплению легкоподвижных органических кислот (продуктов не полной трансформации органических остатков). Последние, действуя на минералы, особенно погруженные в заболоченные воды, выщелачивают из них железо, цинк и кадмий. Затем вымытые из почвенного

покрова и почвообразующих пород железо и кадмий с водотоком попадают в речную сеть, постепенно накапливаясь в донных отложениях.

Keywords: Gydan peninsula, soil cover, parent rocks, bottom sediments, surface water, trace elements.

The studies of the Gydan Peninsula landscapes (including the trace element composition of soil cover, parent rocks, bottom sediments and surface water) are sporadic and scarce that impedes the description of their current state. This situation is due to the inaccessibility of the territory. However, such investigations may provide the basis for the assessment of the background state of landscape components as well as human and environmental risks caused by increased anthropogenic load. Samples of bottom sediments, parent rocks, surface water and 0-10 cm soil cover were taken from the key components of the Gydan Peninsula landscape. Humus matter content, actual acidity, absorption capacity, ionic composition of water-soluble compounds, particle size and trace element composition were determined in sediments, soil and parent rocks, while in surface waters – actual acidity, ionic and trace element composition. Soil cover formation under the conditions of water stagnation caused by a confining layer of permafrost induces profile recovery processes, which in turn promote intensive accumulation of thinly fluid organic acids (the products of incomplete transformation of organic residues). The latter leach iron, zinc and cadmium from the minerals, especially submerged in swampy water. Iron and cadmium washed out of soil cover and parent rocks, thereafter, enter the rivers gradually accumulating in the bottom sediments.

Пузанов Александр Васильевич, д.б.н., проф., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 66-64-45. E-mail: puzanov@iwep.ru.

Романов Андрей Николаевич, д.т.н., проф., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 66-64-62. E-mail: ran@iwep.ru.

Салтыков Алексей Владимирович, н.с., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 66-65-16. E-mail: saltykovav@yandex.ru.

Puzanov Aleksandr Vasilyevich, Dr. Bio. Sci., Prof., Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 66-64-45. E-mail: puzanov@iwep.ru.

Romanov Andrey Nikolayevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 66-64-62. E-mail: ran@iwep.ru.

Saltykov Aleksey Vladimirovich, Staff Scientist, Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 66-65-16. E-mail: saltykovav@yandex.ru.

Введение

Исследование ландшафтов Гыданского полуострова, в том числе микроэлементного состава почвенного покрова, почвообра-

зующих пород, донных отложений и поверхностных вод, единичны и недостаточны для характеристики их современного состояния. Такая ситуация сложилась вследствие

труднодоступности территории. Между тем такие исследования могут быть основой в оценке фонового состояния компонентов ландшафта и расчете рисков для человека и окружающей среды по мере увеличения антропогенной нагрузки [1].

Формирование микроэлементного состава основных компонентов ландшафта Гыданского полуострова происходит в условиях резко и умеренно континентального арктического климата [2], на возвышенностях и в сильно заболоченных низинах [3], над многолетнемерзлыми горными породами [4].

Основными типами фитоценозов Гыданского полуострова являются ненарушенные типичные растительные сообщества гипоарктических тундр: осоково-пушицевые сфагновые и осоково-пушицевые гипновые болота (болотные сообщества); ивняки разнотравные и мохово-разнотравные тундры, ерники, ивковые и ивово-моховые тундры; травяные тундры представлены осоково-моховыми и морошково-моховыми тундрами (тундровые сообщества); разнотравными лугами, которые перемежаются с осоковомоховыми травянистыми тундрами, ивняками разнотравными, ерниками (прибрежно-водные сообщества) [5].

Гыданский полуостров пронизан густой сетью относительно коротких рек с выраженными долинами и имеет множество небольших мелководных озер [6, 7].

Объекты и методы исследования

В качестве основных компонентов ландшафта на Гыданском полуострове отобраны образцы донных отложений, почвообразующих пород, поверхностных вод и почвенного (0-10 см) покрова. В донных отложениях, почвенном покрове и почвообразующих породах определяли содержание гумусовых веществ (ГОСТ 23740-79), актуальную кислотность (ГОСТ 26423-85), емкость поглощения (ГОСТ 17.4.4.01-84), ионный состав водорастворимых соединений (ПНД Ф 16.1:2.2:3.67-10, ПНД Ф 16.1:2.2:3.51-08), гранулометрический (ГОСТ 12536-79) и микроэлементный (рентгено-флуоресцентным методом) составы; в поверхностных водах – актуальную кислотность (ПНД Ф 14.1:2.3:4.121-97), ионный (ПНД Ф 14.1:2.96-97, ПНД Ф 14.1:2.159-2000, ПНД Ф 14.1:2.95-97, ПНД Ф 14.1:2.98-97, РД 52.24.381-2006, ПНД Ф 14.1:2.4.4-95, РД 52.24.493-2006, РД 52.24.493-2006) и микроэлементный (ПНД Ф 14.1:2.4.139-98) составы. Общие свойства в исследуемых

объектах анализировались в Лаборатории биогеохимии Института водных и экологических проблем СО РАН, микроэлементы в почвенном покрове и донных отложениях – в Институте геологии и минералогии СО РАН, а микроэлементы в поверхностных водах – в Химико-аналитическом центре Института водных и экологических проблем СО РАН.

Результаты исследования

Содержание гумусовых соединений в почвенном покрове, почвообразующих породах и донных отложениях варьирует в широких пределах (табл. 1). Это связано в первую очередь с растительным покровом, который в тундре Гыданского полуострова имеет мозаичный характер, что приводит к неоднородному поступлению органического вещества на поверхность почвенного покрова. В процессе заболачивания, которое характерно для данной местности и вызывается постоянным водоупором вечной мерзлоты, происходит обогащение оттаивающих почвообразующих пород легкоподвижными фульвокислотами, увеличивая их гумусированность. В дальнейшем, с водооток, наблюдается миграция этих гумусовых кислот в речную сеть, где они закрепляются в донных отложениях. В результате мозаичное пространственное распределение гумусовых веществ характерно для всех рассматриваемых объектов ландшафта.

Концентрирование фульвокислот в почвообразующих породах за счет водоупора вечной мерзлотой приводит к снижению величины pH (табл. 1), поэтому они отличаются от почвенного покрова большей актуальной кислотностью. Попадая в речную сеть, болотные воды слегка нейтрализуются, что в свою очередь находит отражение в более высоких значениях pH в донных отложениях.

По гранулометрическому составу все исследуемые компоненты ландшафта существенно отличаются. По соотношению физической песка и физической глины почвы Гыданского полуострова изменяются от легкосуглинистых до среднесуглинистых, почвообразующие породы – от супесчаных до легкосуглинистых и донные отложения – от песчаных до супесчаных (табл. 1). Среди фракций гранулометрического состава особое внимание привлекают тонкопесчаные и крупнопылеватые частицы, соотношение между которыми в почвенном покрове и почвообразующих породах может значительно меняться (табл. 2). Таким об-

разом, в одних случаях значительно преобладают первые и почти отсутствуют вторые, а в других – наоборот. Это указывает на различие в генезисе почвообразующих пород, гранулометрический состав которых, в свою очередь, передается и почвенному покрову. В донных отложениях наблюдается аналогичная ситуация, но уже между среднеспесчаными и тонкопесчаными фракциями.

Содержание водорастворимых солей во всех рассматриваемых объектах очень низкое (табл. 1), что вполне характерно для данной территории, из катионов преобладает Ca^{2+} , а из анионов – HCO_3^- (табл. 3). В почвенном покрове к ним может добавляться SO_4^{2-} .

Поглотительная способность исследуемых компонентов ландшафта варьирует в широких пределах (табл. 1), тем не менее можно отметить более высокие значения емкости поглощения в почвенном покрове, чуть меньше – в почвообразующих породах и самые низкие – в донных отложениях. Что объясняется снижением органического вещества и физической глины в такой же последовательности.

По содержанию исследуемых микроэлементов (железо, марганец, медь, цинк, свинец, кадмий и мышьяк) почвенный покров Гыданского полуострова существенно не отличается от мирового почвенного фона (табл. 4), за исключением железа и марганца, концентрация которых значительно ниже. По сравнению с почвообразующей породой почвенный профиль относительно богат марганцем и медью, но беден – железом, цинком, свинцом и мышьяком. Первое связано с биологическим накоплением элементов, второе – с их выщелачиванием из почвенного мелкозема (железо, кадмий и цинк) и закреплением либо в почвообразующих породах (цинк), либо в донных отложениях (железо и кадмий). Отсутствие биологической потребности в свинце и мышьяке также находит отражение в их более низком содержании в почвенном покрове.

Концентрация рассматриваемых микроэлементов в поверхностных водах Гыданского полуострова не превышает фоновых значений в пресных водоемах мира, а в большинстве случаев значительно их ниже (табл. 4).

Таблица 1

Общие свойства объектов исследования

Содержание гумусовых соединений, %	pH	Содержание физической глины, %	Содержание водорастворимых солей, мг/кг (мг/л)	Емкость поглощения, мг-экв/100 г
Почвенный покров (n = 12)				
$2,6 \pm 1,5$ (0,8-7,6)	$6,2 \pm 0,5$ (4,9-7,4)	$43,9 \pm 16,2$ (22,0-75,0)	252 ± 46 (171-413)	$26,7 \pm 8,1$ (9,6-44,0)
Почвообразующие породы (n = 9)				
$1,7 \pm 0,6$ (0,8-3,2)	$4,9 \pm 0,4$ (4,2-6,1)	$11,9 \pm 4,2$ (3,9-19,3)	218 ± 19 (187-253)	$18,5 \pm 8,6$ (6,4-41,6)
Донные отложения (n = 12)				
$1,9 \pm 1,2$ (0,2-4,7)	$6,4 \pm 0,7$ (4,7-7,8)	$3,4 \pm 2,1$ (0,5-7,1)	239 ± 37 (133-310)	$3,5 \pm 1,5$ (2,4-9,6)
Поверхностные воды (n = 45)				
-	$6,9 \pm 0,2$ (6,0-7,4)	-	114 ± 45 (55-508)	-

Таблица 2

Гранулометрический состав почвенного покрова (0-10 см) и донных отложений

Содержание фракций гранулометрического состава, %					
1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	< 0,001 мм
Почвенный покров (n = 12)					
$0,3 \pm 0,1$ (0,1-0,9)	$23,1 \pm 11,2$ (5,1-42,3)	$32,8 \pm 9,9$ (16,8-52,2)	$12,0 \pm 6,4$ (1,6-24,5)	$14,1 \pm 6,8$ (3,2-28,3)	$17,8 \pm 4,8$ (10,6-29,9)
Почвообразующие породы (n = 9)					
$0,6 \pm 0,2$ (0,3-1,0)	$61,2 \pm 18,4$ (20,2-87,4)	$23,6 \pm 13,4$ (2,0-54,2)	$2,7 \pm 1,4$ (0,5-5,4)	$4,6 \pm 2,0$ (1,5-7,0)	$4,7 \pm 2,4$ (0,1-8,6)
Донные отложения (n = 12)					
$42,0 \pm 25,3$ (0,6-82,1)	$51,9 \pm 21,1$ (15,6-88,2)	$6,2 \pm 3,9$ (1,5-15,8)	$2,0 \pm 1,2$ (0,2-5,2)	$2,9 \pm 2,4$ (0,2-8,2)	$1,6 \pm 1,3$ (0,1-4,8)

Таблица 3

Ионный состав водорастворимых солей в объектах исследования

Содержание ионов, мг/кг (мг/л)					
Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
Почвенный покров (n = 12)					
40±7 (20-60)	11±3 (6-24)	112±22 (92-183)	18±6 (11-42)	55±21 (21-96)	8±3 (4-15)
Почвообразующие породы (n = 9)					
40±1 (38-42)	10±4 (6-18)	123±16 (92-153)	21±4 (11-35)	16±1 (15-19)	11±2 (6-17)
Донные отложения (n = 12)					
45±10 (20-60)	14±4 (6-24)	122±20 (61-183)	21±4 (14-28)	33±12 (15-89)	11±5 (4-21)
Поверхностные воды (n = 45)					
18±5 (8-36)	4±2 (2-12)	55±11 (31-85)	6±3 (4-22)	7±3 (3-32)	н. о.

Таблица 4

Микроэлементный состав объектов исследования

Содержание микроэлементов, мг/кг (мг/л)						
Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	As
Почвенный покров (n = 12)						
16392±6763 (3600-28300)	441±190 (90-1060)	25,5±5,3 (13,9-39,1)	33,0±11,8 (14,7-58,0)	12,9±2,5 (7,1-17,9)	0,38±0,09 (0,20-0,53)	4,3±1,8 (1,8-10,9)
Почвообразующие породы (n = 9)						
20180±4956 (10000-28500)	309±125 (170-570)	14,5±3,9 (9,2-20,2)	46,4±15,2 (23,2-70,0)	14,8±1,4 (12,4-17,8)	0,34±0,11 (0,20-0,62)	5,6±1,7 (2,2-9,1)
Донные отложения (n = 12)						
20667±5272 (10300-32300)	432±151 (200-770)	16,2±4,3 (9,8-30,6)	44,5±11,0 (28,3-79,0)	14,2±2,7 (8,6-21,0)	0,47±0,13 (0,30-0,90)	4,9±1,6 (2,2-7,5)
Поверхностные воды (n = 45)						
2,09±0,69 (0,21-3,10)	0,06±0,04 (0,01-0,17)	0,0043±0,0011 (0,0018-0,0077)	0,017±0,007 (0,004-0,035)	0,0005±0,0002 (0,0002-0,0009)	н. о.	0,00053±0,00004 (0,00050-0,00060)

Выводы

Формирование почвенного покрова в условиях застоя воды, вызванного водупором многолетнемерзлотных горных пород, приводит к появлению в почвенном профиле восстановительных процессов, которые в свою очередь способствуют интенсивному накоплению легкоподвижных органических кислот (продуктов не полной трансформации органических остатков). Последние, действуя на минералы, особенно погруженные в заболоченные воды, выщелачивают из них железо, цинк и кадмий. Затем вымытые из почвенного покрова и почвообразующих пород железо и кадмий с водотоком попадают в речную сеть, постепенно накапливаясь в донных отложениях.

Библиографический список

1. Агбалян Е.В. Гыданский полуостров: малоизученная арктическая территория России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12. – С. 1448-1451.
2. Борисов А.А. Климаты СССР. – М.: Просвещение, 1967. – С. 14-48.
3. Баранская А.В. Роль новейших вертикальных тектонических движений в форми-

ровании рельефа побережий Российской Арктики: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – СПб., 2015. – С. 26.

4. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. – М.: Мысль, 1970. – 283 с.
5. Гудовских Ю.В., Егошина Т.Л., Савинцева Л.С. Исследование биоты проектируемой ООПТ «Юрибейский» (Гыданский полуостров) // Вестник Удмуртского университета, 2016. – Т. 26. – Вып. 1. – С. 15-28.
6. Польшский В.Н. К лимнологии озер Гыданского полуострова // Известия ГосНИОРХ. – Л., 1971. – Т. 75. – С. 32-46.
7. Попов П.А. Характеристика ихтиофауны водоёмов Гыданского полуострова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 3 (15). – С. 127-138.

References

1. Agbalyan E.V. Gydanskiy poluostrov: maloizuchennaya arkticheskaya territoriya Rossii // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2015. – № 12. – S. 1448-1451.
2. Borisov A.A. Klimaty SSSR. – M.: Prosveshchenie, 1967. – S. 14-48.

3. Baranskaya A.V. Rol' noveyshikh vertikal'nykh tektonicheskikh dvizheniy v formirovanii rel'efa poberezhnykh Rossiyskoy Arktiki: avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk. – SPb., 2015. – S. 26.

4. Kalesnik S.V. Obshchie geograficheskie zakonomernosti Zemli. – M.: Mysl', 1970. – 283 s.

5. Gudovskikh Yu.V., Egoshina T.L., Savintseva L.S. Issledovanie bioty proektiruemykh OOPT «Yuribeyskiy» (Gydanskiy poluostrov)

// Vestnik Udmurtskogo universiteta. – 2016. – T. 26. – Vyp. 1. – S. 15-28.

6. Polymskiy V.N. K limnologii ozer Gydan'skogo poluostrova // Izvestiya GosNI-ORKh. – L., 1971. – T. 75. – S. 32-46.

7. Popov P.A. Kharakteristika ikhtiofauny vodoemov Gydanskogo poluostrova // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. – 2011. – № 3 (15). – S. 127-138.



УДК 631.4

И.А. Архипов
I.A. Arkhipov

ВАНАДИЙ В ПОЧВАХ ГОРНО-ЛЕСНОГО ПОЯСА АЛТАЯ

VANADIUM IN SOILS OF THE MOUNTAIN-FOREST ZONE OF THE ALTAI MOUNTAINS

Ключевые слова: почва, почвообразующая порода, почвообразовательный процесс, ванадий, концентрация, валовое содержание, подвижные формы.

Биологическое разнообразие и пестрота геохимических ситуаций на Земле способствовали использованию любого химического элемента с определенными метаболическими задачами. Ванадий – микроэлемент, участвующий в биологических процессах на всех уровнях, входит в состав или участвует в синтезе ряда биологически активных веществ, которые играют важную роль в развитии растений и регулярно протекающих в них биологических процессов. Исследуемый микроэлемент стимулирует окисление глюкозы в процессах обмена в организме, влияет на обмен холестерина и работу ферментов. Выявлены закономерности пространственного и внутрипрофильного распределения ванадия в горно-лесных почвах Алтая. Почвообразующие породы – основной фактор, определяющий уровень концентрации элемента в почвах. Изучено влияние гумуса, карбонатов и тонкодисперсных фракции на содержание и поведение микроэлемента в горных почвах. Содержание ванадия в почвенном покрове оценено с экологических позиций. Валовое содержание ванадия в почвах зависит в основном от его содержания в почвообразующих породах, а рас-

пределение элемента по профилю – от направленности почвообразовательных процессов и физико-химических параметров почв.

Keywords: soil, parent rocks, soil-forming process, vanadium, concentration, gross content, mobile forms.

Biological and geochemical diversity on the Earth contributed to the use of any chemical element with targeted metabolic tasks. Vanadium, a trace element participating in the processes at all levels, is a part of or involved one in the synthesis of some biologically active substances which play an important role in vegetation evolution and biological processes regularly occurring in plants. The investigated trace element stimulates glucose oxidation during metabolism, affects cholesterol and enzymes. The regularities of spatial and intra-profile distribution of vanadium in the Altai Mountains forest soils were revealed. It is parent rocks that are responsible for the element concentration in soils. The influence of humus, carbonates and fine fractions on vanadium content and its behavior in mountain soils was studied. Gross content of vanadium in soils mainly depends on its content in parent rocks while the element distribution in the profile – on soil-formation processes and physical and chemical properties of soils.

Архипов Игорь Александрович, к.г.н., с.н.с., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 24-39-27. E-mail: arhipov@iwep.asu.ru.

Arkhipov Igor Aleksandrovich, Cand. Geo. Sci., Senior Staff Scientist, Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 24-39-27. E-mail: arhipov@iwep.asu.ru.

Введение

Ландшафтно-геохимические и почвенно-геохимические исследования в системе высотных поясов Алтая являются приоритет-

ными задачами региональной экологии. Почвенные и высотные ландшафтные пояса включаются в контуры биогеохимических поясов, которые в свою очередь форми-