

УДК 550.42

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА С УЧЕТОМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Токарева А.Ю., Уткина И.А.

ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция УрО РАН», Тобольск,
e-mail: aytokareva@list.ru

В рамках данной работы был изучен гранулометрический состав почв на биотопах запесоченных участков тундры и лесотундры в пределах субарктических и арктических широт Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Это одно из основных физических свойств почвы, влияющих на содержание в ней многих химических элементов. Образцы, отобранные для анализа почв, по гранулометрическому составу идентичны и, по классификации Ферре, соответствуют в основном пескам и суглинистым пескам. Пренебрегая удаленностью территорий и иными факторами окружающей среды, используя уравнения множественной регрессии, отражающие зависимость концентрации элемента от процентного содержания фракций гранулометрического состава почвы, были условно рассчитаны концентрации некоторых элементов (Al, Mn, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, As) в образцах почв. Полученные в результате работы данные могут быть использованы при восстановлении растительного покрова на проблемных территориях.

Ключевые слова: металлы, почва, гранулометрический состав, пески, субарктические и арктические широты

THE DISTRIBUTION OF METALS IN SOILS ON THE BASIS OF REGRESSIONAL ANALYSIS, TAKING INTO ACCOUNT THE GRANULOMETRIC COMPOSITION

Tokareva A.J., Utkina I.A.

Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk,
e-mail: aytokareva@list.ru

In this work, were studied granulometric composition of soils in the habitats zapesochny areas of tundra and forest tundra within the subarctic and the Arctic Khanty-Mansi and Yamalo-Nenets Autonomous districts. This is one of the basic physical properties of the soil, influencing the content of many chemical elements. The samples taken for the analysis of soils, grain-size composition is identical and, according to the classification ferret correspond mainly Sands and loamy Sands. Ignoring the remoteness of the territories and other environmental factors using the multiple regression equation reflecting the dependence of the concentration of the element of the percentage fractions of granulometric composition of the soil was conventionally calculated concentrations of some elements (Al, Mn, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, As) in soil samples. The resulting data can be used in the revegetation of problematic territories.

Keywords: metals, soil, grain size distribution, Sands, sub-Arctic and Arctic latitudes

Арктика чрезвычайно богата практически всеми видами природных ресурсов. По данным Геологической службы США, потенциальные запасы нефти в этом регионе составляют 90 млрд. баррелей, газа – 47,3 трлн. куб. м, газового конденсата – 44 млрд. баррелей. Наибольшими среди арктических стран запасами углеводородов, по оценкам, располагает Россия. В районах, которыми она уже владеет и на которые претендует, находится более 250 млн. баррелей нефти и газа в нефтяном эквиваленте, что составляет 60,1% всех запасов Арктики [3].

В арктической зоне России было выделено 27 районов (11 – на суше, 16 – в морях и прибрежной зоне), получивших наименование «импактных», где эти процессы уже привели к сильнейшей трансформации естественного геохимического фона, загрязнению атмосферы, деградации растительного покрова, почвы и грунтов, внедрению вредных веществ в цепи питания, повышенной заболеваемости населения. Распределение импактных районов крайне не-

равномерно. В четверку наиболее крупных очагов входят районы освоения нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири [5]. Одной из основных проблем, связанных с антропогенной деятельностью является опустынивание территорий. Вскрываются верхние гумусовые слои почвы, обнажая песчаные горизонты, которые ветром способны переноситься на далекие расстояния. В результате переноса песков в реки происходит изменение русла, нарушается нерест рыбы, исчезновения лесов, песком заносит жилые посёлки [4,5].

Природа Арктики в высшей степени чувствительна к антропогенному воздействию и очень медленно восстанавливается после неразумного вмешательства.

Целью настоящей работы было определение некоторых физико-химических свойств почвы – гранулометрического состава и pH водной вытяжки образцов, расчет теоретических значений концентраций металлов (Al, Mn, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, As), с использованием уравнений множествен-

ной регрессии, отражающих зависимость концентрации элемента от процентного содержания фракций гранулометрического состава почвы.

Полученные в результате работы данные могут быть использованы при восстановлении растительного покрова на проблемных территориях.

Материалы и методы исследования

В рамках данной работы был исследован гранулометрический состав почв на биотопах запесоченных участков тундры и лесотундры в пределах субарктических и арктических широт Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Географические координаты станций отбора проб почв, установленные при помощи спутниковой навигационной системы GPSMAP 62s, приведены в табл. 1. Отбор проб почв и пробоподготовка выполнены в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84, ГОСТ 28168–69, ГОСТ 17.4.3.01–83. Гранулометрический анализ образцов проб почв проведен в химико-экологической лаборатории ТКНС УрО РАН по методу Рутковского, для классификации грунтов применялся треугольник Ферре [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание многих химических элементов в грунтах в большей мере зависит от гранулометрического состава. Это подтверждено экспериментальными исследованиями и более подробно представлено в работах [1, 2]. Это связано с тем, что при уменьшении размера гранулометрических фракций в почве происходит рост концентраций таких металлов, как Al, Mn, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, As, поскольку увеличивается удельная площадь поверхности частиц и, соответственно, сорбция металлов на их поверхности [1, 2].

Образцы, отобранные для анализа почв, по гранулометрическому составу идентичны и соответствуют пескам, за исключением образца с площадки 1. Данный образец относится к суглинистым пескам. Содержание песчаных частиц в образцах лежит в узком диапазоне от 80 до 95%, следовательно, можно предположить, что концентрация вышеперечисленных химических элементов не велика (табл. 2).

Таблица 1

Географические координаты станций отбора проб почв

№ описания	Координаты	Примечания
Площадка 1	63,00709° 66,53517°	Намыв песка на северотаежный лес
Площадка 2	63,00662° 66,54126°	Песчаный карьер на трубопроводе, расположен на склоне, является источником песка для площадки 1
Площадка 3	63,53593° 74,63893°	Обнажение подвижного песка возле р. Пяку-Пур. Чистый песок с эоловыми формами. Растений нет. 30 м от края растительного покрова
Площадка 4	63,54,237° 74,59464°	Песок с торчащими остатками злаков, корнями, лежат хвоинки сосны, шишки. 15 м. от края растительного покрова
Площадка 5	65,69959° 78,01876°	Обнажения песка возле моста через р. Ямсовей
Площадка 6	66,00017° 77,29613°	Песчаный карьер возле г. Новый Уренгой

Таблица 2

Процентное содержание фракций гранулометрического состава, тип почвы и водородный показатель

№ описания	Фракции, %			Тип почвы	pH
	песчаных частиц	глинистых частиц	пылеватых частиц		
Площадка 1	80	3	17	Суглинистый песок	5,9±0,1
Площадка 2	90	1	9	Песок	4,8±0,1
Площадка 3	95	1	4	Песок	5,3±0,1
Площадка 4	90	1	9	Песок	5,6±0,1
Площадка 5	95	1	4	Песок	7,1±0,1
Площадка 6	95	1	4	Песок	7,9±0,1

Таблица 3

Линейные зависимости накопления химических элементов (в мг/кг) от гранулометрического состава (X – процентное содержание фракции глинистых частиц, y – песчаных частиц)

Уравнения множественной регрессии	
[Al]	$= 3490,58 + 1704,23 X - 34,67 Y$
[Mn]	$= 28,85 + 40,78 X - 0,06 Y$
[Pb]	$= 52,41 + 4,98 X - 0,47 Y$
[Cr]	$= 25,92 + 1,32 X - 0,19 Y$
[Zn]	$= 20,82 + 2 X - 0,17 Y$
[Ni]	$= 9,73 + 0,7 X - 0,0563 Y$
[Cu]	$= 5,92 + 0,83 X - 0,055 Y$
[Co]	$= 4,88 + 0,38 X - 0,0387 Y$
[As]	$= 3,41 + 0,17 X - 0,0236 Y$

Таблица 4

Теоретическое содержание некоторых химических элементов в отобранных образцах почв (в мг/кг)

Ме-талл	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение	ОДК по ГН 2.1.7.2511–09
Cu	1,5	4,0	2,0	33
Co	1,6	2,9	1,9	-
Zn	6,1	12,7	7,5	55
Cr	9,2	14,7	10,4	-
Pb	12,7	29,8	16,4	32
Ni	5,1	7,3	5,5	20
As	1,3	2	1,5	2
Mn	63,9	146,4	77,8	-
Al	1901,2	5829,7	2613,7	-

Определение показателя кислотности почв осуществлялось путем приготовления почвенных вытяжек, т.е. перевода всех находящихся в почве ионов водорода в водный раствор. Показатель кислотности водной вытяжки в исследуемых образцах лежит в диапазоне от 4,8 до 7,9. Образец с площадки 2 имел среднекислую среду водной вытяжки, образцы с площадок 1, 3 и 4 – слабокислую, а образцы с площадок 5 и 6 – слабощелочную.

Если пренебречь удаленностью территорий и иными факторами окружающей среды, то, используя линейные зависимости накопления химических элементов (в мг/кг) от гранулометрического состава, установленными ранее в работе [1] и приведенные в таблице 3, можно условно рассчитать теоретические концентрации исследуемых элементов в образцах почв (табл. 4).

Выводы

Образцы, отобранных для анализа почв, по гранулометрическому составу идентичны и соответствуют пескам и суглинистым пескам.

Показатели, полученные расчетным путем, вероятно, могут отличаться от настоящих, но они свидетельствуют о небогатом элементном составе почв. Это подтверждено отсутствием или слабым проектным покрытием растительного покрова [7]. Полученные в результате работы данные могут

быть использованы при реабилитации флоры на проблемных территориях.

Работа поддержана программой УрО РАН «Арктика», тема «Аридизация (опустынивание, псаммофитизация, запесочивание) тундры и лесотундры в Западной Сибири: масштабы, причины, сущность, пути решения», проект № 15–12–4–60.

Список литературы

1. Земцова Е.С., Алимова Г.С., Токарева А.Ю., Попова Е.И. Способ оценки загрязнения водных объектов тяжелыми металлами // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №11(ч.1). – С. 71–72.
2. Земцова Е.С. Алимова Г.С., Токарева А.Ю. Исследование содержания алюминия, железа и марганца в донных отложениях реки Иртыша различного гранулометрического состава // Тобольск научный – 2016: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (г. Тобольск, 10–11 ноября 2016.). – Тобольск: Типография «Принт-Экспресс», 2016. – 359 с.
3. Зернова Л. Дорога в белое безмолвие [Электронный ресурс] // Новая газета. – 2006. – 2 февраля. – <http://www.nowyagazeta.spb.ru/?y=2005&n=50&id=2>.
4. Козлов С.А. Плотность населения почвенных микроартропод при аридизации тундры и лесотундры в Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6.; URL: <http://www.science.education.ru/ru/article/view?id=25730> (дата обращения: 08.12.2016).
5. Моргунов Б. А. Методология учёта экологического фактора в процессе выработки стратегии устойчивого развития арктической зоны России: автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. – СПб., 2006.
6. Определение гранулометрического состава грунтов (методические указания) / сост. В.В. Фурсов, М.В. Балюра. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2007. – 21 с.
7. Селиванов А.Е., Капитонов В.И., Еремеева Н.В., Капитонова О.А. Особенности зарастания песчаных обнажений на севере Западно-Сибирской равнины // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №10–4(52). – С. 41–45.