

Элементный химический состав почв и растений Западного Таймыра

А. И. СЫСО¹, Л. А. КОЛПАЩИКОВ², Ю. В. ЕРМОЛОВ¹, А. С. ЧЕРЕВКО¹, Т. И. СИРОМЛЯ¹

¹ Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630090, Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 8/2
E-mail: syso@mail.ru

² Объединенная дирекция заповедников Таймыра
663300, Норильск, ул. Талнахская, 22
E-mail: kolpak46@norcom.ru

АННОТАЦИЯ

Изучено содержание химических элементов в почвах и растениях тундры Западного Таймыра и определены природные факторы, влияющие на концентрацию элементов в почвах и растениях. Показано нативно высокое содержание Be, Cu, Mn, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Zn в почвах, обусловленное наличием в регионе полиметаллических рудопоявлений, и повышенное накопление растениями Fe, Mn, Ni, Pb, Cd в условиях кислой реакции среды и избыточного увлажнения почв.

Ключевые слова: Арктика, Таймыр, тундра, свойства почв, растения, макро- и микроэлементы, тяжелые металлы, биогеохимия, экология.

Все возрастающее промышленное освоение циркулярных территорий привлекает повышенное внимание ученых и общества в целом к состоянию арктических экосистем, крайне чувствительных к антропогенному воздействию и изменению климата. При этом научный и практический интерес представляет исследование изменений свойств почв, элементного химического состава (ЭХС) почв, растений, поверхностных вод, вызываемых естественной и антропогенной трансформацией экосистем тундры и лесотундры, поскольку от этого зависит эколого-биогеохимическая ситуация в экосистемах, здоровье и жизнь растений, животных и человека.

Изучение накопления техногенных поллютантов в компонентах экосистем, определение природного уровня концентрации макро- и микроэлементов в почвах, растениях и

водах как критерия оценки их техногенного загрязнения и массопотока поллютантов от источников эмиссии по трофической цепи к животным и человеку ведется в разных районах Арктики. Из-за сложности проведения здесь исследований их количество в мире в целом невелико. ЭХС почв и растений наиболее хорошо изучен в Европейской части российской Арктики (Кольский полуостров, Большеземельская тундра), слабее – на Урале, в Западной Сибири и Якутии, а наименее – на севере Средней Сибири – Таймыре.

Со времени исследований по Международной программе “Человек и биосфера” (1966–1981 гг.), организованных и обобщенных В. Д. Васильевской и др. [1970, 1973], на Таймыре макро- и микроэлементы в системе почва – растение практически не изучались. В последние годы здесь определен ста-

тус некоторых тяжелых металлов (Cu, Ni, Co, Mn, Fe) в почвах г. Норильска, зоне воздействия Норильского промышленного района (25 км), на фоновых территориях (за 100 км от него) [Яковлев и др., 2008], позволивший оценить экологическое состояние почв в зоне воздействия на окружающую среду предприятий ЗФ ОАО “ГМК Норильский никель”.

Из-за скудности информации о природном и антропогенном уровне содержания макро- и микроэлементов в почвах, растениях и водах Таймыр остается белым пятном на карте биогеохимического районирования СССР, составленной В. В. Ковальским [1974]. По этой же причине затруднена объективная оценка воздействия предприятий Норильского промышленного района, разведки месторождений полезных ископаемых на загрязняемые компоненты окружающей среды, на здоровье и жизнь животных и человека в Арктике.

В целях создания научно-информационной базы для оценки эколого-биогеохимической ситуации на Таймыре на фоновых и подверженных техногенному воздействию территориях его западной части нами изучены свойства почв, концентрация макро- и микроэлементов в почвах, растениях и поверхностных водах. В настоящей работе представлены результаты исследования свойств почв и содержания химических элементов в почвах и растениях фоновых территорий южной субарктической и арктической тундр.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования состояния почвенного и растительного покрова тундр Западного Таймыра проводились в 2010–2011 гг. на двух участках фоновых территорий, удаленных более чем на 100 км от Норильского промышленного района: в августе 2010 г. на участке “Пайяха” – южная субарктическая тундра в юго-западной части Таймыра (Таймырской низменности), в междуречье рек Енисей и Пясины, в пределах координат 70°19′–70°28′ с. ш., 84°05′–84°47′ в. д.; в августе 2011 г. на участке “Пясинский кластер” – арктическая тундра в Пясинском кластере заповедника “Большой Арктический”, в устье р. Пясины, в пределах координат 73°30′–73°40′ с. ш., 85°55′–86°33′ в. д.

На участке “Пясинский кластер” образцы почв и растений отбирались на 12 пробных площадках, а на участке “Пайяха” – на 20 площадках.

На территории Западного Таймыра господствуют тундровые пастбища, на которых основными летними зелеными кормами служат листья кустарников и травянистые растения. Они играют существенную роль в круглогодичном питании оленей, обеспечении их необходимыми органическими и минеральными веществами, в том числе макро- и микроэлементами. От их количества в растениях зависит минеральная полноценность и экологическая безопасность растительных кормов для всех травоядных животных тундры.

На пастбищах кустарники представлены карликовой березой (*Betula nana*) и ивами – в основном *Salix pulchra*, *S. glauca*, *S. lanata*. Эти ценные в кормовом отношении виды являются постоянным компонентом всех пастбищ и встречаются повсеместно, включая местообитания с избыточным увлажнением, где развиваются осоковые болота. В последнем случае к ним примешивается *Salix myrtilloides*. Максимальные запасы кормовой массы формируются в кустарниковых тундрах и зарослях кустарников. В структуре кормов абсолютно преобладает листва *Betula nana*, за исключением пастбищ, где доминантом кустарникового яруса являются ивы, – ивняковые тундры, ивняки, редколесья с подлеском из ив и осоково-моховые болота с участием ив. Но эти виды пастбищ представлены незначительно.

Травянистые растения более разнообразны по числу видов и включают осоки, злаки, разнотравье, бобовые, пушицы, хвощи, ивки.

Среди осок самый активный и широко распространенный вид – *Carex arctisibirica*, входит в состав кормов практически на всех пастбищах. Среди других видов осок характерны *Carex concolor*, *C. aquatilis*, *C. chordorrhisa*, создающие значительные запасы кормовой фитомассы на болотах – плоскобугристых и осоково-моховых, а также в переувлажненных ерниковых тундрах и зарослях ивняков.

Злаки встречаются повсеместно, но с низким обилием, поэтому в структуре кормов доля их участия невелика. Самым распрост-

раненным видом является *Arctagrostis latifolia*. Это же можно сказать и о других видах травянистых растений.

В целом на изученной территории максимальными кормовыми достоинствами в летний период обладают пастбища кустарникового и болотного типа, приуроченные к разным формам рельефа – водоразделам, депрессиям. В ивниках и ерниках основная часть фитомассы создается высокопитательной листвой ив и берез, а на болотах – низкопитательной, но большой по запасам фитомассой осок. Этим объясняется выбор ив, берез и осок, почв водоразделов и депрессий в качестве объектов наших исследований.

Почвенные пробы брались из корнеобитаемого слоя 0–20 см и по генетическим горизонтам почв до мерзлого слоя на глубине 40–60 см. Образцы трав (осок, злаков) срезались на высоте 5–10 см от поверхности почв, образцы листьев и побегов формирования кустарников срезались с верхних и боковых их частей.

Показатели состава и свойств почв определялись стандартными методами: органическое вещество – по Тюрину и прокаливани-ем при 550 °С; гранулометрический состав – по Качинскому; реакция среды почв и вод – потенциометрически; сухой остаток водной вытяжки и сульфаты – весовым методом, хлориды – титрометрически. Валовое содержание макро- и микроэлементов (As, B, Ba, Be, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, La, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr) в почвах и золе растений определялось методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрофотометре ДФС-8 с дуговым двухструйным аргоновым плазматроном. В почвах и растениях общую концентрацию Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Sr, Ca, Mg, K, Na измеряли также атомно-абсорбционным методом после кислотного разложения проб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На обследованных участках таймырской тундры (табл. 1) поверхностные горизонты арктотундровых и тундровых слабоглеевых и глеевых почв на водоразделах преимущественно среднекислые, малогумусированные, среднесуглинистые. В депрессиях торфянис-

Т а б л и ц а 1
Физико-химические характеристики тундровых почв Западного Таймыра

pH _{ксл}	Физическая глина, %	Органическое вещество, %	Потеря при прокаливании, %	Нефтепродукты, мг/кг	Свойства и состав водной вытяжки			
					рН	Сухой остаток, %	SO ₄ ²⁻	
4,7±0,6	30±14	1,7±1,1	6,0 ± 3,3	10 ± 5	6,2 ± 0,4	0,04 ± 0,02	0,11 ± 0,06	0,08 ± 0,04
4,1±0,2	26±9	16,8±0,3	32,8 ± 0,3	26 ± 5	6,2 ± 0,2	0,07 ± 0,03	0,10 ± 0,04	0,11 ± 0,07
5,4±0,6	22±11	3,1±2,3	7,3 ± 3,9	11 ± 8	6,7 ± 0,5	0,04 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,06 ± 0,02
4,5±0,2	–	–	42,1 ± 19,3	16 ± 3	6,5 ± 0,1	0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,12 ± 0,05

Южная тундра Западного Таймыра (участок "Пайяха"). Почвы водоразделов (тундровые слабоглеевые и глеевые) (n = 12)

Почвы депрессий (тундровые перегнойно-глеевые, тундровые глеевые торфянистые и торфяные) (n = 5)

Арктическая тундра Западного Таймыра (участок "Пясинский кластер"). Почвы водоразделов (арктотундровые слабоглеевые и глеевые) (n = 12)

Почвы депрессий (арктотундровые перегнойно-глеевые, торфянистые и торфяные, пойменные заболоченные) (n = 6)

мг-экв/100 г

тые и торфяные, пойменные заболоченные почвы обогащены органическим веществом, и потому более кислые. Все почвы содержат очень мало легкорастворимых солей, хлоридов и сульфатов, что указывает на отсутствие влияния на изученные почвы кислотных выбросов предприятий Норильского промышленного района (диоксида серы).

Повсеместно в тундре встречаются скелетные почвы со значительным (более 10 %) содержанием частиц гранулометрической фракции более 1 мм. Установленные общие показатели состава и свойств изученных почв характерны для тундровых почв Таймыра [Васильевская, Богатырев, 1970] и в целом почв Арктики [Горячкин, 2010; Knudson et al., 2004; Walker et al., 1989].

Естественное содержание макро- и микроэлементов в почвах Западного Таймыра варьирует в весьма широких пределах и заметно отличается от их количества в аналогичных почвах других регионов. Так, средняя концентрация Ba, Be, Cu, Mn, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Zn в почвах таймырской тундры заметно выше, чем в тундровых почвах полуостровов Ямал и Тазовский, междуречья рек Пур и Таз (табл. 2). Эта специфика ЭХС почв Таймыра, вероятно, обусловлена большим количеством в них глинистых частиц и тяжелых минералов, обогащенных микроэлементами [Васильевская, Богатырев, 1970].

Повышенное количество тяжелых минералов в почвообразующих породах и почвах Таймыра может быть связано с наличием здесь металлогенической провинции щелочно-фемического (Таймырского) типа. На ее территории выявлены разнообразные рудные месторождения: платиново-медно-никелевых руд с высоким содержанием меди, никеля, кобальта и металлов платиновой группы; медно-молибденовых руд, в которых содержание молибдена составляет 0,01–0,1 %; свинцово-цинковых руд с содержанием цинка и свинца 19 %; апатит-магнетитовых руд, содержащих 0,14–0,26 % пятиоксида ниобия и 0,1–0,4 % редких земель (лантана и церия); мусковита, обогащенного бериллием.

Наличие разнообразных рудопроявлений – одна из причин природного повышенного содержания в почвообразующих породах и почвах Таймыра, нормируемых гигиеническими нормативами химических элемен-

тов – As, Cd, Ce, Co, Cu, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sr, V, Zn, естественное фоновое содержание которых в почвах может превышать предельно-допустимые концентрации. Подобное явление наблюдается и в других районах Арктики [Ford et al., 2001; Рассеянные элементы..., 2004; Московченко, 2009], где имеются металлогенические провинции (природные геохимические аномалии). Для растительности таких аномалий характерны высокие концентрации микроэлементов, которые могут накапливаться в надземных частях растений как за счет активного биогенного поглощения из почвы через корневую систему, так и пассивного абиогенного оседания на поверхности растений тонкодисперсных частиц почв и пород, обогащенных микроэлементами.

Анализ связей между ЭХС и гранулометрическим составом почв Западного Таймыра показал, что количество физической глины слабо влияет на концентрацию микроэлементов в почвах. Ранее на территории Западной Сибири для многих макро- и микроэлементов нами установлены достоверные связи между их содержаниями в почвах с количеством физической глины [Сысо, 2007]. Они хорошо видны при сравнении концентрации элементов в песчано-супесчаных (1) и суглинисто-глинистых (2) по гранулометрическому составу почвах лесотундры Пурской низменности (см. табл. 2). Отсутствие подобных связей в почвах Западного Таймыра, вероятно, обусловлено наличием в них минералов тяжелой фракции, в основном сосредоточенных в пылеватых и песчаных частицах. Количество тяжелых минералов в четвертичных отложениях региона – 2–5 %, реже – 10 % [Васильевская, 1980], что больше их содержания в осадочных отложениях тундры Западно-Сибирской равнины – 0,2–3,5 %.

С наличием рудопроявлений на Кольском полуострове и Приполярном Урале мы связываем повышенное содержание в их почвах никеля, близкое к его количеству в почвах Таймыра (см. табл. 2).

При исследовании элементного состава растений тундры выявлено, что естественная (фоновая) концентрация Fe, Mn, Zn, Cr, Ni, Cd в листьях и побегах кустарников и Fe, Mn, Cr, Ni в травянистых растениях превышает максимально допустимый уровень

Среднее фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Севера России, мг/кг

ГС	Va	Ve	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Nb	Ni	Pb	Sb	Sr	V	Zn
Арктическая тундра Западного Таймыра (участок "Пясинский кластер")														
2	561 ± 126	1,8 ± 0,8	0,2 ± 0,1	16 ± 5	82 ± 7	64 ± 16	736 ± 262	40 ± 26	40 ± 15	17 ± 2	0,7 ± 0,3	326 ± 187	89 ± 12	67 ± 19
Южная тундра Западного Таймыра (участок "Пайяха")														
2	637 ± 217	2,6 ± 0,8	0,2 ± 0,1	14 ± 6	81 ± 26	31 ± 17	988 ± 678	55 ± 35	37 ± 16	23 ± 11	0,6 ± 0,3	185 ± 54	100 ± 43	71 ± 42
Арктическая тундра полуостровов Ямал и Тазовский [Московченко, 2010]														
1-2	578	-	-	7	31	13	370	-	26	6	-	32	87	25
Южная тундра междуречья рек Газ и Пур (Западно-Сибирская равнина)														
1-2	349	1,2	0,2	10	90	18	458	14	29	15	0,7	80	87	62
Лесотундра Пурской низменности (Западно-Сибирская равнина)														
1	340	0,4	0,1	5	45	10	100	10	8	9	-	42	10	10
2	650	1,2	0,2	12	90	15	350	14	16	15	-	171	22	41
Северная тайга и лесотундра Кольского полуострова [Расеянные элементы..., 2004]														
1	323	-	-	5	53	14	250	6	47	-	0,1	203	27	25
Горная тундра Приполярного Урала [Московченко, 2009]														
1-2	-	-	-	13	73	15	785	-	25	6	-	-	-	69
Среднее содержание (кларки) в почвах мира, по В. П. Виноградову														
1-2	500	6,0	0,5	8	200?	20	850	10	40	10	н/д	10	100	50

П р и м е ч а н и е. ГС – granulометрический состав почв: 1 – песчаные и супесчаные; 2 – суглинистые и глинистые. Прочерк – нет данных.

Средние фоновые значения концентрации микроэлементов в растениях разных природных зон России

Наименование пробы	Сырая зола, %	Содержание элемента, мг/кг абсолютно-сухого вещества										
		Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Co	B	Cr	Ni	Pb	Cd
Арктическая тундра Западного Таймыра (участок "Пясинский кластер")												
Ива	6,5	1524	476	175	9,2	1,0	1,3	19,1	4,0	13,0	1,0	0,5
Осоки	4,9	420	647	32	7,6	1,2	0,4	7,2	1,0	4,5	0,6	0,1
Южная тундра Западного Таймыра (участок "Пайяха")												
Карликовая береза	2,6	331	384	302	4,9	0,2	0,3	14	0,8	7,0	1,0	0,4
Ива	6,3	263	168	242	6,8	0,3	0,5	20	1,1	5,3	1,1	0,5
Осоки	5,8	385	404	48	5,6	0,3	0,3	9	0,7	3,5	0,7	0,1
Южная тундра Западного Таймыра (станция "Агала" [Васильевская и др., 1970, 1973])												
Карликовая береза	-	100	843	-	8,5	0,4	2,0	26	4,3	17,9	-	-
Ива	-	50	779	-	9,0	0,8	4,9	16	6,4	6,0	-	-
Осоки	-	550	432	-	10,1	1,0	1,4	3	3,6	5,8	-	-
Верхоянская биохимическая провинция Якутии - лесотундра [Савинов, Сазонов, 2006]												
Осоковые	-	268	380	40	-	-	-	-	-	14,3	-	-
Разнотравье	-	249	202	41	-	-	-	-	-	8,2	-	-
Верховые болота южной тайги Западной Сибири [Бахнов, 1986]												
Карликовая береза	2,9	174	2135	183	2,5	0,2	-	-	-	-	-	-
Ива	5,4	131	772	256	3,5	1,0	-	-	-	-	-	-
Осоки	6,6	86	559	26	2,1	0,6	-	-	-	-	-	-
Лесотундра (береза - листья) и северная тайга (луговик извилистый) Кольского полуострова [Рассеянные элементы..., 2004]												
Береза	-	100	766	174	7,4	-	-	-	-	4,4	-	-
Луговик	-	93	822	46	7,2	-	-	-	-	5,0	-	-
Луговые фитоценозы лесостепи Западной Сибири												
Разнотравье	-	108	33	24	5,6	2,0	0,2	13	0,6	0,8	0,6	0,2
Гигиенические критерии содержания микроэлементов в растениях как в грубых кормах для животных												
МДУ в грубых кормах		100	100	50	30,0	2,0	1,0	-	0,5	3,0	5,0	0,3

(МДУ) содержания этих микроэлементов в грубых и сочных кормах для сельскохозяйственных животных (табл. 3).

Обычно наличие в растениях избыточных концентраций микроэлементов тяжелых металлов связывают с загрязнением окружающей среды. Проведенный нами анализ данных других исследователей [Бахнов, 1986; Рассеянные элементы..., 2004; Савинов, Сазонов, 2006] о природном содержании Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Ni в аналогичных растениях, произрастающих в других районах бореальной зоны, показал, что обнаруженные нами концентрации Fe, Mn, Zn, Ni встречаются повсеместно и их можно назвать естественными (см. табл. 3).

Всюду на холодных и влажных почвах тундры и лесотундры, верховых болотах тайги в листьях ивы и березы карликовой наблюдается высокая концентрация Fe, Mn, Zn, Ni, а в осоках и злаках – Fe, Mn и Ni. С одной стороны, это объясняется повышенной подвижностью элементов в кислых и влажных почвах бореальной зоны [Яковлев и др., 2008], способствующей их лучшей миграции в почвах и системе почва – растение. С другой стороны, высокие концентрации некоторых микроэлементов могут быть обусловлены повышенной физиологической потребностью в них растений, произрастающих в экстремальных условиях среды обитания. Это относится к повышенному накоплению никеля в растениях тундры, лесотундры и тайги по сравнению с растительностью лесостепи Западной Сибири (см. табл. 3). Никель – компонент ферментов уреазы и различных гидрогеназ, играющих важную роль в азотном питании растений на холодных влажных почвах, в которых аммонийная форма минерального азота преобладает над его нитратной формой [Битюцкий, 2011]. Последнее также может служить природным фактором, способствующим высокому накоплению никеля в растениях тундры.

Данное исследование показало зависимость ЭХС растений тундры от гидротермического режима и реакции среды почв, статуса в них химических элементов. По этой причине для оценки химического состава кормовых растений тундры нельзя использовать количественные значения МДУ тяже-

лых металлов в кормах для сельскохозяйственных животных, поскольку они определены для растений и животных лесостепи. Так как эволюционно животные тундры приспособлены к специфическому элементному химическому составу растительных кормов, мы полагаем, что для оценки их минеральной полноценности и экологической безопасности нужны специальные гигиенические и биогеохимические нормативы. По этой же причине, вероятно, нужны и особые критерии оценки элементного химического состава органов и тканей животных тундры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование элементного химического состава почв и растений южных субарктических и арктических тундр Западного Таймыра показало еще недостаточную изученность природных и антропогенных факторов, влияющих на него. Выявлено, что в ЭХС почв региона находит отражение специфика комплекса химических элементов, содержащихся в рудах Таймырской металлогенической провинции. Полученные результаты исследования лишь отчасти раскрыли эти особенности формирования ЭХС почв.

Получены доказательства существенной зависимости ЭХС растений тундры от гидротермического режима и реакции среды почв, статуса в них химических элементов, вследствие чего гигиенические нормативы, разработанные для растений и животных лесостепи, не пригодны для оценки растительных кормов тундры.

В условиях возрастающего антропогенного воздействия на экосистемы Таймыра актуально более широкое и глубокое изучение элементного химического состава почв и растений и факторов, его определяющих, а также биогеохимических связей элементов в системе почва – растение – животное. Эти исследования помогут определить биогеохимический статус Таймыра, выявить макро- и микроэлементы, дефицит, избыток или дисбаланс которых могут негативно сказываться на здоровье и жизни растений, животных и человека. Эколого-биогеохимические исследования в регионе помогут разработать региональные нормативы фонового содержа-

ния нормируемых химических элементов в почвах и растениях, позволяющих объективно оценить их загрязнение, безопасность и минеральную полноценность.

Решению существующих и возникающих на Таймыре эколого-биогеохимических проблем в регионе будут способствовать дальнейшие исследования ЭХС почв и растений, форм нахождения элементов в почвах, их поведения в системе почва – растение – животное, влияния состава, свойств и режимов почв на минеральное питание и продуктивность разных видов растений, накопление в них химических элементов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бахнов В. К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1986. 193 с.
- Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2011. 368 с.
- Васильевская В. Д. Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 235 с.
- Васильевская В. Д., Богатырев Л. Г. Микроэлементы в почвах Западного Таймыра // Вестн. МГУ. 1970. № 4. С. 53–59.
- Васильевская В. Д., Горбачева О. В., Песочина Л. С. Биологический круговорот микроэлементов (В, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Mo) в тундрах Западного Таймыра (Стационар “Агапа”) / Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. Магадан, 1973. С. 357–363.
- Горячкин С. В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010. 414 с.
- Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 298 с.
- Московченко В. Д. Ландшафтно-геохимические особенности Приполярного и Северного Урала // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2009. № 10. С. 197–209.
- Московченко Д. В. Геохимия ландшафтов севера Западно-Сибирской равнины: структурно-функциональная организация вещества геосистем и проблемы экодиагностики: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. СПб., 2010. 32 с.
- Рассеянные элементы в бореальных лесах / В. В. Никонов, Н. В. Лукина, В. С. Безель и др. / отв. ред. А. С. Исаев. М.: Наука, 2004. 616 с.
- Савинов Д. Д., Сазонов Н. Н. Микроэлементы в северных экосистемах: на примере Республики Саха (Якутия). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2006. 208 с.
- Сысо А. И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 277 с.
- Яковлев А. С., Плеханова И. О., Кудряшов С. В., Аймалетдинов Р. А. Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне деятельности предприятия металлургической компании “Норильский никель” // Почвоведение. 2008. № 6. С. 737–750.
- Knudson K. L., Frink L., Hoffman B. W., Price T. D. Chemical characterization of Arctic soils: activity area analysis in contemporary Yup'ik fish camps using ICP-AES // J. Archaeol. Sci. 2004. N 31. P. 443–456.
- Ford J., Hasselbach L. Heavy Metals in Mosses and Soils Six Transects the Red Dog Mine Haul Road Alaska / Western Arctic National Parklands National Park Service. 2001. 73 p.
- Walker M. D., Walker D. A., Everett K. R. Wetland soils and vegetation, Arctic Foothills, Alaska // U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 1989. N 89 (7). 89 p.

Elemental Composition of Soils and Plants of the Western Taimyr

A. I. SYSO¹, L. A. KOLPASHIKOV², Y. V. ERMOLOV¹, A. S. CHEREVKO¹, T. I. SIROMLYA¹

¹ Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630090, Novosibirsk, Lavrentyeva ave., 8/2
E-mail: syso@mail.ru

² United Administration for Taimyr Nature Reserves
663302, Norilsk, Talnakhskaya str., 22
E-mail: kolpak46@norcom.ru

The content of chemical elements in soils and plants collected from the tundra ecosystems of Western Taimyr (Russia) was studied to determine the factors influencing the chemical elements concentration in plants and soils. Naturally high Be, Cu, Mn, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Zn contents were found in soils, most likely due to polymetallic ores deposits in the region. The increased accumulation of Fe, Mn, Ni, Pb, Cd by plants was also observed, which could be attributed to low soil pH and abundant soil water content.

Key words: the Arctic, Taimyr, tundra, soil properties, plants, macro- and microelements, heavy metals, biogeochemistry, ecology.