

УДК 504.53

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЯ: СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В ПОЧВАХ

¹Баенгуев Б.А., ²Мокрый А.В., ¹Каницкая Л.В., ¹Белых О.А.

¹ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск, e-mail: baenguev94@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского», Иркутск, пос. Молодежный

В статье представлены результаты исследования содержания серы в почвах Южного Прибайкалья, находившихся в зоне техногенных выбросов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), который действовал до 2013 г. Основными загрязняющими газообразными веществами являлись как органические, так и неорганические соединения серы. В рамках госзадания № 2014/53 «Организация проведения научных исследований» были выполнены работы по изучению состояния различных горизонтов почв в 5 точках, находящихся на различном удалении от источника загрязнения. Установлено, что сера сконцентрирована в верхних горизонтах Ad и A. Выявлено, что концентрация серы в почве превышает ПДК в трех исследованных точках, ближайших к источнику загрязнения в 4,3–6,9 раза, на остальных участках концентрация серы находится в пределах нормы. Максимальное превышение значений ПДК отмечено на г. Соболиной на высоте 860 м над уровнем моря.

Ключевые слова: Южное Прибайкалье, экология, содержание серы, горизонты, почвы, поллютанты

ENVIRONMENTAL STATUS OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION: THE SULFUR CONTENT IN SOILS

¹Baenguev B.A., ²Mokryy A.V., ¹Kanitskaya L.V., ¹Belykh O.A.

¹Baikal State University, Irkutsk, e-mail: baenguev94@mail.ru;

²Irkutsk State Agricultural University, Irkutsk, Molodezhnyy

The article presents the results of the content of sulphur in soils of the southern Baikal region, located in the zone of technogenic emissions of the Baikal pulp and paper mill (BPPM), which was valid until 2013. The major polluting gaseous substances was sulphur compounds both organic and inorganic. We have completed the research status of different horizons of soils at 5 points located at different distances from the pollution source in the framework of the state assignment № 2014/53 «Organization of research». Established that sulfur is concentrated in the upper horizons Ad and A. Revealed that the sulfur concentration in the soil exceeds the MPC in the three researched places closest to the pollution source 4,3–6,9 times, on other sites the sulfur concentration is in the normal range. The maximum excess observed on the mountain Sable at the height of 860 m above sea level.

Keywords: Southern Baikal, the environment, sulfur content, horizons, soil, pollutants

Город Байкальск был образован в 1961 г. в связи со строительством и запуском Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), который в течение 47 лет формировал 80% доходов города. Работа БЦБК на оз. Байкал – одна из немногих тем, которая регулярно вызывала публичные дискуссии в Советском Союзе. В середине восьмидесятых годов прошлого столетия общественное внимание к экологическим проблемам начало возрастать, и в 1987 г. вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 434 «О мерах по обеспечению охраны и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Байкал в 1987–1995 гг.». Но только в 2013 г. БЦБК полностью прекратил свою деятельность.

Байкальск расположен непосредственно на южном побережье Байкала (рис. 1) и находится в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории (БПТ),

часть которой является объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО и охраняется законом № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал».

После остановки БЦБК областная и местная администрации при обсуждении вопроса о диверсификации экономики предпочтению отдали туристско-рекреационному направлению развития [11]. Поэтому в документе «Комплексный инвестиционный план модернизации моногорода Байкальский Иркутской области на 2010–2014 годы» в качестве главной задачи было заявлено привлечение инвестиций в развитие туризма и сопутствующей инфраструктуры.

В мировой практике крайне важным в плане привлечения инвестиций для развития туристской территории является её положительный имидж, который включает наличие рекреационных ресурсов, развитую инфраструктуру и сферу услуг, а также экологическую составляющую [13].

Таблица 1

Динамика выбросов БЦБК в атмосферу с 2005 г. [4]

Тип выбросов	Выбросы, тыс. т								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	5,523	6,144	5,556	4,828	1,364	2,234	2,997	5,486	3,321
из них взвешенные вещества	3,520	3,648	2,933	2,476	0,794	1,548	1,906	4,079	2,302

Выбросы загрязняющих веществ БЦБК снижали привлекательность Южного побережья оз. Байкал как зоны для рекреации и туризма. В табл. 1 приведены данные по выбросам БЦБК за последние 9 лет его работы. Около 50% от валового выброса составляли оксиды серы и азота, метилмеркаптан, диметилсульфид, диметилдисульфид, сероводород, хлор и др.

Исследователями [10] установлено негативное влияние токсических выбросов на почвы пихтовых лесов байкальских склонов Хамар-Дабана на расстоянии до 100 км от БЦБК. Техногенная сера является одним из основных кислотообразующих агентов, которые поступают в атмосферу и далее в почвы при промышленном загрязнении. Действие поллютантов способно разрушить почвенный поглощающий комплекс, изменить актуальную реакцию среды почвенных растворов и физико-химические свойства почвы.

Цель данной работы заключалась в оценке уровня накопления серы в почвах Южного Прибайкалья.

Материалы и методы исследования

Территория, которая выбрана для исследования почвы, расположена на равнинном плато юго-восточного побережья оз. Байкал, у подножия горного массива Хамар-Дабан. Относится к Южно-Сибирской горно-таежной ландшафтной зоне [2, 5]. Растительность геосистем представлена в основном темнохвойными ассоциациями с преобладанием кедра. В почвенном покрове территории преобладают подбуры таежные, бурые лесные грубогумусные (буроземы таежные), дерновые лесные (часто оподзоленные) и подзолистые почвы [12].

Для оценки пространственного распределения серы в почвах были использованы данные по содержанию валовой серы в почвах на 5 ключевых участках, находящихся на различном расстоянии от источника загрязнения: от 0,6 до 20 км в следующих районах: промплощадка (N 51,520700; E 104,175244), микрорайон Южный (N 51,50378; E 04,13737), г. Соболиная (N 51,49389; E 104,11227), Утуликская дача (N 51,54848; E 104,07590) и Слодянский лесопитомник (ЛСП – N 51.59992; E 103.91892) (рис 1).

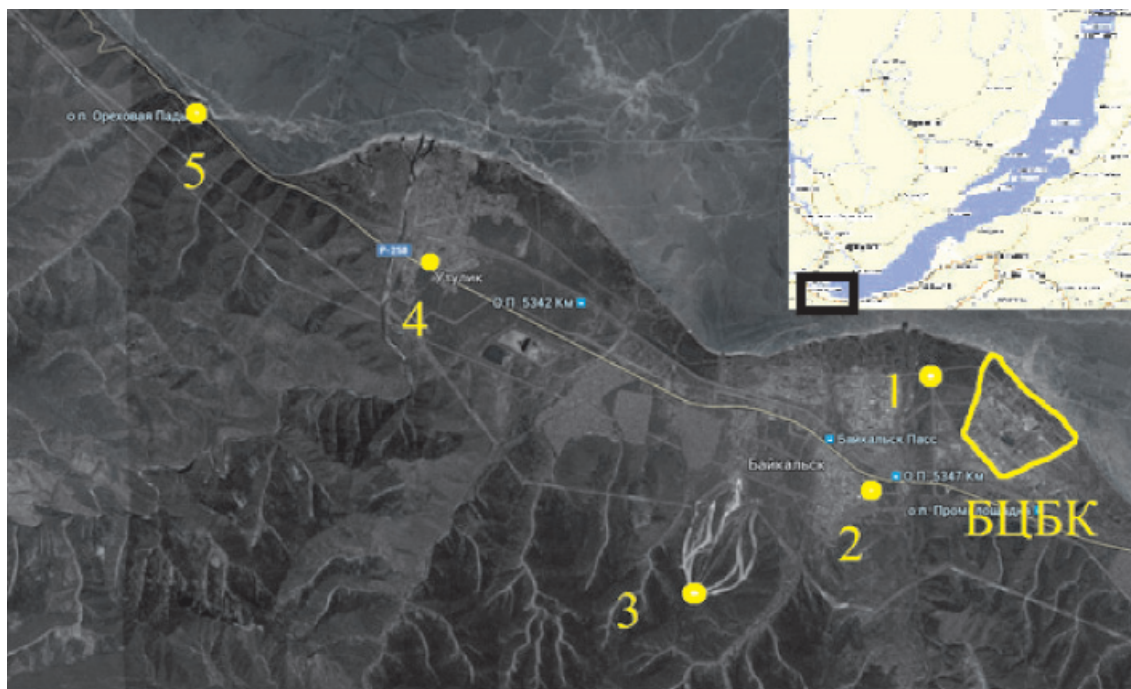


Рис. 1. Районы исследования:

1 участок – промзона БЦБК (0,6 км); 2 участок – микрорайон Южный (3 км); 3 участок – г. Соболиная (5,5 км); 4 участок – Утуликская дача (8,7 км); 5 участок – ЛСП (20,2 км)

На площадках были заложены почвенные разрезы и отобраны образцы из всех генетических горизонтов. Анализ выполнен для 31 образца усредненных проб почв. На исследуемых участках произведены почвенные разрезы до материнской породы, произведены замеры мощности горизонтов, плотность и pH почв (прибор pH-метр ZD05).

Подготовка образцов для анализа. Образец почвы массой 600–750 г размещали на листе чистой пергаментной бумаги и удаляли из него корни, включения и новообразования. Дернину тщательно отряхивали от комочков почвы. Крупные комки почвы разламывали руками, затем раздробляли в агатовой ступке агатовым пестиком до небольших комков, диаметром 5–7 мм (примерно до величины отдельностей мелкоореховатой структуры). Среднюю пробу отбирали методом квартования [9]. Затем пробу измельчали и для анализа отбирали фракцию размером менее 100 меш.

Метод анализа. Оценку содержания серы в почве проводили методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА).

Излучатели для анализа прессовали в виде таблеток (диаметр 40 мм) на подложке из борной кислоты (усилие прессования 10 т). Исследования выполняли на рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker, AXS) с рентгенооптической схемой по Соллеру, оснащенный рентгеновской трубкой с Rh-анодом мощностью 4 кВт. Аналитической линией служила S K_α-линия. Условия измерения следующие: напряжение 30 кВ, сила тока 40 мА. Время набора импульсов – 30 с.

Расчет содержания серы выполнен с помощью программного обеспечения Spectra^{plus} спектрометра. Для построения градуировочной характеристики и оценки правильности определения использовали государственные стандартные образцы почв, речных и донных осадков, илов и рыхлых отложений [1]. Относительная погрешность определения серы составила менее 6% в диапазоне содержаний от 0,02–0,4% мас.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что исследуемые почвы Южного Прибайкалья по физическим показателям и по гранулометрическому составу относятся к среднесуглинистым с преобладанием гравия, pH различных горизонтов почв колеблется в пределах от 5,6 до 6,5, т.е. исследуемые почвы можно отнести к слабокислым (табл. 2).

Так как плотность естественной почвы обычно не превышает 2 г/см³, а минимальные значения минеральных почв редко бывают ниже 0,8 г/см³ [6], следует, что плотность почвы исследуемых нами участков находится в пределах нормы.

В работе В.А. Кузьмина [7] отмечается, что в окрестностях г. Байкальска в 5 км от БЦБК содержание многих элементов в снеге в 2–5 раз выше, чем в пробах, отобранных вдали от промышленных зон. Результаты анализа концентрации серы в почве методом рентгенофлуоресцентного анализа, которые представлены в табл. 3, показывают, что и в почвах отмечается подобная тенденция. Так, например, содержание серы в почве г. Соболиной в горизонте А превышает ПДК в 7,1 раз, а значение кларка серы (по Виноградову) – в 2,3 раза. В горизонте В превышение ПДК незначительное. В почвах промзоны БЦБК и микрорайона Южного содержание серы превышает ПДК в 5,0 и 4,3 раза соответственно. При удалении от источника выбросов более чем на 8 км содержание серы в почвах уменьшается до величин близких к ПДК или ниже этого значения.

Таблица 2

Мощность горизонтов, плотность и pH почвы

Место отбора проб	Характеристика почв	Описание	Мощность, см	Плотность, ρ, г/см ³	pH
г. Соболиная	Дерново-суглинистая	Горизонт А	4–10	0,59	6,5
		Горизонт В	10–53	0,69	
		Горизонт С	> 53	1,48	
Микрорайон Южный	Дерново-суглинистая бескарбонатная с признаками антропогенного воздействия	Горизонт А	5–20	1,12	6,5
		Горизонт В	20–80	1,28	
Промзона	Дерново-глинистая	Горизонт В	10–65	1,52	5,6
		Горизонт В ₁	65–120	1,35	
		Горизонт В ₂	> 120	1,60	
ЛСП	Дерново-подзолистая	Горизонт А	9–35	0,98	6,2
		Горизонт В ₁	35–90	1,37	
		Горизонт В ₂	90–150	1,50	
Утуликская дача	Дерново-суглинистая	Горизонт А	5–7	0,48	6,3
		Горизонт В	7–35	0,72	
		Горизонт В ₁	35–85	1,43	

Таблица 3

Содержание серы в почве в различных точках отбора проб

Генетические горизонты почв	Содержание серы в почве, мг/кг					ПДК/ кларк, мг/кг
	Промзона, кв. 12, 13	г. Байкальск, г. Соболиная	г. Байкальск, м/р Южный	Утуликская дача	ЛСП	
A _d	–	–	700	–	250	160/500
A	800	1150	500	250	200	
B	500	200	200	< 200	< 200	
B ₁	300	–	–	< 200	< 200	
B ₂	< 200	–	–	–	–	



Рис. 2. Распределение концентраций серы в почве на исследуемой территории

Такое распределение серы по территории (рис. 2) можно объяснить тем, что преимущественный поток воздушных масс представлен северо-западным переносом [8]. В силу орографической изолированности из-за хребта Хамар-Дабан, обмен воздушными потоками между байкальской впадиной и окружающими территориями ослаблен [3]. Это ведет к образованию сложных циркуляционных процессов.

Поскольку высота г. Соболиной составляет 1004 м, то она могла задерживать аэропромышленные выбросы от БЦБК. Возможно, именно это привело к самой высокой концентрации серы в почве г. Соболиной. Причем сера накапливалась преимущественно в верхних горизонтах A_d и A, что может свидетельствовать об аэрогенном характере загрязнения. Но нельзя исключить

и тот факт, что органическое вещество почвы связывает соединения серы.

Таким образом, проведено исследование пространственного и внутрипочвенного распределения серы в почвах лесных биогеоценозов Южного Прибайкалья и на урбанизированных территориях. Наблюдается тенденция увеличения концентрации серы в органогенных горизонтах по мере приближения к источнику эмиссии и с увеличением высоты над уровнем моря. Внутрипочвенное распределение серы, по видимому, связано с содержанием органического вещества в горизонтах, поскольку концентрация серы убывает с глубиной.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке инженерных проектов по экологической реабилитации территории Южного Прибайкалья, а также

при разработке проектов по использованию территории в целях туризма и рекреации для расчета допустимых антропогенных нагрузок.

Список литературы

1. Арнаутов Н.В. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ: методические рекомендации. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1987. – 204 с.
2. Белых О.А. Экологическая оценка состояния пригородных лесов г. Байкальска / О.А. Белых, А.В. Мокрый и др. // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 25, № 5. – С. 913–920. – DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(5).
3. Власенко В.В. Местные циркуляции на побережье оз. Байкал и на северных склонах хр. Хамар-Дабан // Климат и растительность Южного Прибайкалья. – Новосибирск: Наука, 1989. – С. 32–43.
4. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2013 году» – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2014. – 462 с.
5. Китаев Н.А., Гребенщикова В.И. Редкие и рудные элементы в окружающей среде Прибайкалья (коренные о, донные отложения, почвы): монография. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. – 123 с.
6. Козлова А.А. Учебная практика по физике почв: учеб.-метод. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 81 с.
7. Кузьмин В.А. опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири // География и природные ресурсы. – 2002. – № 3. – С. 197–205.
8. Ладейщиков Н.П., Лут Л.И., Мизандронцева К.А. Об учете атмосферных и климатических факторов в реализации проектов рационального природопользования в бассейне озера Байкал на перспективу // Региональный мониторинг состояния оз. Байкал. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – С. 13–22.
9. Мартынова Н.А. Химия почв: органическое вещество почв: учеб.-метод. пособие. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 255 с.
10. Масель Г.И., Швец М.М. Влияние атмосферного загрязнения на свойства лесных почв Хамар-Дабана // Биологические ресурсы и ведение государственных кадастров Бурятской ССР: матер. науч. конф. – Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1991. – С. 35–36.
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2010 года № 692 «Об особой экономической зоне туристско-рекреационного типа, созданной на территории Иркутской области» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: www.docs.cntd.ru (дата обращения 03.06.2016).
12. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район / Е.Г. Суворов, А.Н. Антипов, Ю.М. Семёнов и др. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 141 с.
13. Indicators of sustainable development for tourism destinations: a guidebook // Madrid: Publ. and printed World Tourism Organization, 2004. – 507 p.