

ИЗУЧЕНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ

РАЗНООБРАЗИЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Арtyukhov E. A., Abakumov E. V.

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного исследования морфологического разнообразия и химического состояния почв севера Западной Сибири – региона с высокой динамикой климатических изменений и возрастающей антропогенной нагрузкой. На основе описания морфологических характеристик 12 почвенных профилей и 2 прикопок, заложенных в различных ландшафтах (равнинные и горные тундры, лесотундры), идентифицировано 9 типов почв, относящихся к 6 отделам: альфегумусовые, криогенные, торфяные, органо-аккумулятивные, слаборазвитые и антропогенно-преобразованные почвы. Методом рентгенофлюоресцентного анализа определено содержание тяжелых металлов (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, As) и рассчитан индекс суммарного загрязнения почв (Zc). Установлено, что большинство почв характеризуются низким уровнем загрязнения, однако выявлены локальные участки со средним и высоким загрязнением, связанные с транспортной и нефтедобывающей отраслями.

Ключевые слова: почвы ЯНАО, разнообразие почв, загрязнение почв, тяжелые металлы.

Финансирование: работа выполнена при поддержке РНФ, проект № 24-44-00006.

DIVERSITY AND CHEMICAL STATUS OF THE SOIL COVER IN NORTHERN WESTERN SIBERIA

Artyukhov E. A., Abakumov E. V.

Saint Petersburg State University, Russia, Saint Petersburg

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study of the morphological diversity and chemical status of soils in the north of Western Siberia – a region characterized by high dynamics of climate change and increasing human impact. Based on the description of morphological characteristics of 12 soil profiles and 2 soil pits laid in various landscapes (plain and mountain tundra, forest tundra), 9 soil types belonging to 6 soil orders were identified: alfehumic, cryogenic, peat, organo-accumulative, weakly developed, and anthropogenically transformed soils. The content of heavy metals (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, As) was determined by X-ray fluorescence analysis and total soil pollution index (Zc) was calculated. It was found that the majority of soils are characterised by a low level of pollution; however, localized areas with moderate and high pollution associated with transport and oil extraction industries were identified.

Keywords: soils of Yamalo-Nenets Autonomous District, soil diversity, soil pollution, heavy metals.

Funding: the work was supported by the Russian Science Foundation, project № 24-44-00006.

Изменение климата в Арктике, опережающее общепланетарные темпы, [14] и увеличение антропогенной нагрузки [6, 10] на экосистемы криолитозоны делают актуальной проблему изучения и оценки разнообразия и химического состояния их почвенного покрова с целью предотвращения загрязнения и деграда-

ции почв, а также прогнозирования трансформации экосистем. Разнообразие и химическое состояние почв севера Западной Сибири по сравнению с южными территориями являются недостаточно изученными, что, с учетом площади исследуемой территории делает их исследования особенно актуальными [1]. Данное исследование направлено на получение новых почвенно-таксономических, почвенно-химических и почвенно-экологических данных, которые могут быть использованы для актуализации данных почвенного картирования территории, планирования хозяйственной деятельности и предотвращения загрязнения почв в условиях роста техногенного воздействия на криогенные экосистемы Арктической зоны Российской Федерации.



Рисунок – Карта района исследования

Для оценки морфологического разнообразия и химического состояния почв севера Западной Сибири были определены ключевые участки в пределах Приуральского и Ямальского районов Ямало-Ненецкого автономного округа. На пробных участках были заложены и описаны 12 почвенных разрезов и 2 прикопки: 2 почвенных разреза (Я1, Я2) и 2 прикопки (ЯП1, ЯП2) – полуостров Ямал; 5 – горный массив Рай-Из, Полярный Урал (РИ1–РИ5); 1 – карбоновый полигон «Семь Лиственниц» окрестности г. Лабытнанги (Л1); 3 – окрестности г. Салехард (С1–С3); 1 – Приуральский район, окрестности поселка Горнокнязевск (Г1). Исследуемая территория включает следующие типы ландшафтов: равнинная полигональная ернико-кустарничково-лишайниковая тундра; горная кустарничково-травяная тундра; горная лишайниково-кустарниково-травяная тундра; горная ку-

старничково-травяно- лишайниковая тундра; межгорная мохово-травяно-кустарниковая тундра; межгорная заболоченная кустарничково-травяно-моховая тундра; предгорная травяно-кустарничково-лишайниковая лесотундра; равнинная травяно-мохово-кустарниковая лесотундра; равнинная мохово-кустарничково-ерниковая лесотундра. В ходе работы было изучено 71 почвенных проб, отобранных в вышеперечисленных ландшафтах региона. Пробы отбирали в основном с глубин 0–15, 15–30, 30–50, 50–70, 70–100 см. В некоторых случаях пробы отбирались с глубины более 100 см (Я1, Я2, РИ5, С3). Также диапазон глубин мог варьировать в зависимости от дифференциации почвенного профиля (Я1, ЯП1, ЯП2, РИ5). В случае наличия в выделенном диапазоне глубин нескольких почвенных горизонтов отбирались пробы всех диагностированных горизонтов.

Названия почвенных горизонтов давались согласно Классификации и диагностике почв России [12].

В ходе лабораторных исследований определяли содержание тяжелых металлов (Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V), мышьяка (As) и оксида марганца (MnO) в отобранных пробах.

Отобранные пробы почв анализировали на содержание валовых форм Sr, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V As, MnO. Определение валового содержания тяжелых металлов в отобранных пробах проводили рентгенофлюоресцентным методом на спектрометре Спектроскан-МАКС-G согласно методике [13].

Индекс суммарного загрязнения почв (Z_c) рассчитывали для поверхностного и надмерзлотного горизонтов. В случаях отсутствия надмерзлотного горизонта индекс рассчитывался для наиболее глубокого горизонта, а для прикопок только для поверхностного. При расчете индекса Z_c учитывали только накапливающиеся элементы и использовали граничный критерий $K_k(\text{крит}) > 2$ [3, 5]. Для расчета индекса Z_c почв в точках Я1, Я2, ЯП1, ЯП2 в качестве фоновых концентраций тяжелых металлов в почвах были взяты данные, полученные для природных почв острова Белый. Для точки Л1 взяты данные, полученные для природных почв в окрестностях поселка Усть-Юрибей [11]. Для расчета значений индекса Z_c для точек С1, Г1, С2, С3 использовали фоновые концентрации элементов для минеральных, органогенных поверхностных и торфяных горизонтов почв севера Западной Сибири [8, 9].

Для почвенных образцов отобранных на территории горного массива Рай-Из (РИ1-РИ5) индекс Z_c не определяли в связи с аномально высокими фоновыми концентрациями Cr, Ni, Co, V, Zn, которые связаны с минералогическим составом (хромовая шпинель, пирротин, пентландит, миллерит и др.) ультраосновных горных пород, коллювиальные отложения которых выступают в качестве почвообразующих пород на данном участке [2, 4].

На основе описания морфологических характеристик почвенных профилей было идентифицировано 11 типов почв, относящихся к 7 различным отделам. Наиболее распространенным отделом оказались альфегумусовые почвы: на 2 участках были выявлены различные подтипы подзолов (Я2, С1), а на 3 участках – сухоторфяно-подзолы (С2) сухоторфяно-подбуры (С3) и подзол глеевый (Я1). Криогенные почвы были обнаружены в четырех точках: 2 подтипа криоземов

(РИ3, Л1), 1 подтип грубогумусовых криоземов (РИ4), 1 подтип торфяно-криоземов (РИ5). Торфяные, органо-аккумулятивные и слаборазвитые почвы были представлены следующими типами: торфяные эутрофные (Г1), серогумусовые (РИ1) и петроземы (РИ2), соответственно. Помимо отделов почв, которые относятся к природным, в 2 точках были диагностированы антропогенно-преобразованные почвы – хемозем, загрязненный углеводородами по подзолу иллювиально-гумусовому и хемозем, загрязненный буровым шламом по подзолу иллювиально-гумусовому (ЯП1, ЯП2).

Установлено, что большинство почвенных образцов относится к категории низкого уровня загрязнения ($0 < Zc < 16$). В свою очередь, 3 пробы характеризовались средним уровнем загрязнения ($16 < Zc < 32$). Пробы отобраны вблизи автомобильных дорог. Лишь для 2 проб идентифицирован высокий уровень загрязнения ($32 < Zc < 128$). Одна отобрана в непосредственной близости с автомобильной дорогой из наиболее глубокого горизонта криозема типичного, а другая из химически-загрязненного горизонта хемозема загрязненного углеводородами.

Исследованные площадки отличаются высоким разнообразием и мозаичностью почвенного покрова, при этом уровень загрязнения исследуемых почвенных горизонтов тяжелыми металлами остается низким. Уровень загрязнения почв тяжелыми металлами зависит как от функциональной нагрузки на территорию, так и от физико-химических характеристик почв. Почвенное разнообразие предопределяет биотическое разнообразие территории, которое особенно важно для сохранения биологического разнообразия уязвимых экосистем Крайнего Севера [7]. Разнообразие почв обусловлено такими базовыми факторами почвообразования, как рельеф, состав почвообразующих пород, глубина залегания многолетней мерзлоты и особенности водного режима [1]. Однако именно их неоднородность и взаимосвязь создают уникальные условия для формирования почвенных типов, что делает этот вопрос важным объектом изучения. Таким образом, многие аспекты почвенного покрова севера Западной Сибири все еще недостаточно изучены, и его дальнейшее исследование представляет собой стратегически важную задачу для обеспечения экологической безопасности этого обширного региона Российской Федерации.

Литература

1. Rantanen M., Kargelko A.Y., Lipponen A. et al. The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979 // Commun Earth Environ. 2022. Т. 3, № 168 (2022). Doi: 10.1038/s43247-022-00498-3.
2. Абакумов Е.В. Состояние почвенного покрова ЯНАО: разнообразие, морфология, химизм и антропогенная трансформация / Е.В. Абакумов, И.И. Алексеев, Г.А. Шамилишвили // Научный вестник ЯНАО). Экология и природопользование в Ямало-Ненецком автономном округе. Салехард – Тюмень. 2016. № 4 (93). С. 4–7.
3. Алексеев И.И. Оценка экотоксикологического состояния почв Полярного Урала и Южного Ямала / И.И. Алексеев, Н.В. Динкелакер, А.А. Орипова, Г.А. Семьина, А.А. Морозов, Е.В. Абакумов // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (10). С. 941–945. Doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-10-941-945.
4. Большаков В.А. Методические рекомендации по оценке загрязненности городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / В.А. Большаков, Ю.Н. Водяницкий, Т.И. Борисочкина, З.Н. Кахнович, В.В. Мясников. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1999. 31 с.

5. Вахрушева Н.В. Петрология и хромитоносность ультраосновного массива Рай-Из (Полярный Урал) / Н.В. Вахрушева, П.Б. Ширяев, А.Е. Степанов, А.Р. Богданова. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. 265 с.
6. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008.
7. Горбунова А.М. Изменение кормовых запасов оленевых пастбищ в южных субарктических тундрах Ямала // Аграрный вестник Урала. 2021. № 2 (205). С. 26–32. Doi: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-26-32.
8. Добровольский Г.В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов, А.А. Бобров, Т.Г. Добровольская, Л.В. Лысак и др.; отв. ред. Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 273 с.
9. Низамутдинов Т.И. Почвы залежного поля Ямальской опытной станции: эколого-аналитическая оценка / Т.И. Низамутдинов, А.Р. Сулейманов, Е.М. Моргун, Н.В. Динкелакер, Е.В. Абакумов // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52, № 2. С. 350–360. (На англ.). Doi: 10.21603/2074-9414-2022-2-2369.
10. Опекунова М.Г. Фоновое содержание химических элементов в почвах и донных осадках севера Западной Сибири / М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин, А.Г. Ганул // Почвоведение. 2019. № 4. С. 422–439. Doi: 10.1134/S0032180X19020114.
11. Соромотин А.В. Активизация эоловых процессов на севере Западной Сибири в связи с возросшим антропогенным воздействием / А.В. Соромотин, О.С. Сизов // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 10–13.
12. Томашунас В.М. Содержание тяжелых металлов в почвах полуострова Ямал и острова Белый / В.М. Томашунас, Е.В. Абакумов // Гигиена и санитария. 2014. № 93 (6). С. 5–26.
13. ФР.1.31.2018.32143. Определение элементов и оксидов элементов в пробах почв и донных отложений.
14. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004.