

20. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1974. – 279 с.
21. Бакулин В.Т. Некоторые морфологические и анатомические особенности индуцированных тетраплоидов тополя // Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири / под ред. А.А. Горшковой, В.П. Седельникова. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 88–104.
22. Oliveira V.M., Forni-Martins E.R., Magalhães P.M. Chromosomal and morphological studies of diploid and polyploid cytotypes of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni (Eupatorieae, Asteraceae) // Genetics and molecular biology. – 2004. – V. 27. – P. 215–222.
23. Jones H.G., Farquar G.D., Cowan I.R. Breeding for stomatal characters // Stomatal function. Stanford (CA): Stanford University Press. – 1987. – P. 431–443.
24. Волкова С.А., Горовой П.Г., Ткаченко К.Г. Числа хромосом представителей некоторых семейств флоры Командорских островов // Ботан. журн. – 2003. – Т. 88. – № 8. – С. 115–116.
25. Салохин А.В., Волкова С.А., Горовой П.Г. Стоматография листьев короткокорневищных видов *Cypripedium* (Orchidaceae) Восточной Сибири и Дальнего Востока // Turczaninowia. – 2005. – Т. 8. – № 2. – С. 69–74.



УДК 571.511+ 631.48

Л.В. Карпенко

ПОЧВЫ ПЛАТО ПУТОРАНА В ОКРЕСТНОСТЯХ ОЗЕРА ЛАМА

Приведены результаты обследования горных почв плато Путорана в окрестностях озера Лама, находящихся в зоне слабого воздействия эмиссий предприятий Норильского промышленного района.

Ключевые слова: плато Путорана, грануземы, подбурсы, физико-химические свойства почв, аэротехногенные поллютанты, фоновые почвы.

L.V. Karpenko

THE PUTORAN PLATEAU SOILS IN THE LAMA LAKE VICINITY

The surveying results of the Putoran plateau mountain soils in the Lama lake vicinity that are in the zone of the emission weak impact of Norilsk industrial region enterprises are given.

Key words: the Putoran plateau, granuzems, podburs, physical and chemical properties of soils, aerotechnogenic pollutants, background soils.

Введение. Предприятия медно-никелевого производства, являясь источниками аэротехногенных выбросов тяжелых металлов и диоксида серы, вносят значительный дисбаланс в природные циклы массообмена регионов, на которых они расположены [1, 2]. К таким предприятиям относится и компания «Норильский никель», в которой, несмотря на модернизацию производства, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу все еще существенно превышают предельно допустимые нормы, принятые в России и в сопредельных государствах [3, 4].

Несмотря на имеющиеся публикации, посвященные почвам Среднесибирского плоскогорья [5–10 и др.], почвы плато Путорана в окрестностях оз. Лама совершенно не исследованы. Поэтому **целью** нашей работы являлось выявление специфики экологических факторов почвообразования этого района, изучение морфологии и физико-химических свойств почв, определение степени загрязнения их приоритетными поллютантами НПР – медью, никелем, кобальтом, свинцом и серой.

В данной статье приводятся результаты обследования почв западного макросклона плато Путорана на ключевом участке (к.у.) с условным названием «Лама». Он находится на расстоянии

90 км на северо-восток от г. Норильска. Эта территория считается условно фоновой, так как защищена от промышленного центра горными хребтами плато Путорана, окружающими озеро Лама. Атмосферные загрязнители проникают сюда по долине р. Рыбной вдоль побережий озер Мелкое и Лама и далее вверх по долинам горных рек лишь при безветренных погодных условиях и относительно короткими периодами.

Объекты и методы исследований. Ключевой участок характеризует юго-западный макросклон плато Путорана, обращенный к оз. Лама, который глубоко рассечен долинами рек, впадающих в озеро. Географические координаты исследований: 69°34' с.ш., 90°32' в.д. Участок расположен в бассейне р. Кыгам, впадающей в оз. Лама, примерно в 3 км выше ее устья.

Изучение почв к.у. «Лама» проводилось маршрутно-ключевым методом. На топоэкологическом профиле почвенные разрезы закладывались с учетом рельефа местности, почвообразующих пород и растительности. Всего было заложено 9 разрезов, в которых было сделано морфологическое описание почвенного профиля. Из них 3 – на первой надпойменной террасе р. Кыгам и 6 – на средних и верхних уровнях плато. В трех почвенных разрезах (№ 15, 19 и 24) по генетическим горизонтам были отобраны образцы почв и исследованы некоторые физико-химические свойства и степень загрязнения их элементами-загрязнителями. Ниже приводим детальную характеристику местоположения этих разрезов, результаты анализов которых приводятся и обсуждаются в статье.

Разрез № 15 заложен на низкой надпойменной террасе левого берега р. Кыгам, на расстоянии 102 м от реки. Абсолютная высота над ур. м. – 98 м. Почвообразующая порода – продукты выветривания траппов (гравий, галька, мелкозем). Микрорельеф мелко-бугристо-западинный, водно-эрозионного происхождения. Он представлен промоинами, боковыми оврагами, делювиальными шлейфами. Относительные превышения составляют 0,2–0,4 м. Фитоценоз – ельник с примесью лиственницы травяно-моховый. Покрытие травяным ярусом составляет 60 %. Преобладающая высота – 0,4 м. Напочвенный покров неоднородный, нечетко оформленной структуры. Обилие растительных компонентов меняется в зависимости от мощности почвообразующего слоя. Преобладают осоково-зеленомошные и бруснично-птилидиево-лишайниковые растительные группировки.

Разрез № 19 находится на расстоянии 530 м от р. Кыгам, на восток от предыдущего. Он заложен в средней части пологого склона плато, в сырой слабоогнутой ложбине стока. Абсолютная высота над ур. м. – 126 м. Почвообразующими породами являются крупнообломочные горные породы: глыбы, щебень, хрящ, дресва. Микрорельеф бугристо-увалистый водно-эрозионного (боковые овраги, конусы выноса, делювиальные шлейфы) и литогенного (крупные > 0,2–0,3 м глыбы) происхождения. Относительное превышение – 0,2–0,5 м. Фитоценоз – редкостойный ельник травяно-зеленомошный в сочетании с елово-березовыми лишайниковыми рединами. Покрытие травяно-кустарничковым ярусом составляет 50–60 %, преобладающая высота – 0,4–0,5 м.

Разрез № 24 расположен на слабопокатом террасированном склоне юго-западной экспозиции, в 2150 м от р. Кыгам. Абсолютная высота над ур. м. – 460 м. Подстилающие породы – глыбы, щебень, хрящ. Микрорельеф образуют промоины и круглые провалы глубиной 0,3–0,4 м. Фитоценоз – лиственнично-ерниковое редколесье. Покрытие кустарничковым ярусом (*Betula nana* L., *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar., *Salix lanata* L., *S. hastata* L., *Juniperus sibirica* Burgsd.) составляет 80 %, а его высота варьирует от 0,8 до 2,5 м.

Гранулометрический состав и некоторые физико-химические показатели почв определены по стандартным методикам. Содержание валовых форм основных загрязнителей НПР – меди, никеля, кобальта и свинца, а также серы – было выявлено методом атомно-абсорбционной спектроскопии в сертифицированной лаборатории Института биофизики СО РАН (г. Красноярск).

При выделении типов почв, морфологическом описании почвенных профилей и индексации горизонтов использовалась региональная классификация [7, 10]. Коэффициенты радиальной дифференциации (Крд) микроэлементов рассчитаны по [11].

Результаты исследований и их обсуждение. По данным полевого обследования к.у. «Лама» было выявлено, что на левобережной приподнятой надпойменной террасе р. Кыгам (пояс горного шлейфа) преобладают грануземы [Ov–Oms–Bos,m,h–Bos,m–BC–C], (разрез № 15), а в ложбинах стока средневысоких и высоких террас плато распространены подбуры [Ov–Oms–Bh,f–(Bh)–

Bf–BC–C], (разрезы № 19 и 24). Далее приводим морфологическое описание вышеназванных почвенных разрезов.

Почвенный разрез № 15

- Ov 0–2 см. Очес из лишайников и зеленых мхов с примесью хвои и мелких веток лиственницы, густо переплетен корнями.
- Oms 2–4 см. Сухоторфянистая подстилка, темно-бурого цвета, слабой степени разложения, обильно переплетена корнями, хорошо отделяется от нижележащего горизонта
- Bos,m,h 4–12 см. Буровато-коричневый, неоднородно окрашен, с затеками более интенсивной окраски, легкосуглинистый, мелкозернистый (гранулированный), шарообразные микроагрегаты пропитаны органо-минеральными соединениями, свежий, уплотнен, не вскипает, густо пронизан корнями, переход ясный по окраске, граница неровная.
- Bos,m 12–56 см. Неоднородно окрашен, светло-бурый, супесчаный, непрочномковатый, на поверхности микроагрегатов видна бурая пленка окислов, влажный, плотный, холодный, включения до 10 %, не вскипает, корней мало, переход заметный по цвету и гранулометрическому составу.
- BC 56–73 см. Буровато-палевый, супесчаный, сырой, плотный, включения гальки и дресвы до 65 %, не вскипает, не оглеен, корней нет, переход слабозаметный по цвету.
- C 73–85 см. Палевый, супесчаный, сырой, холодный, плотный, включения гальки, гравия до 70 %.

Почва: *гранулемы типичные легкосуглинистые*.

Как следует из морфологического описания строения профиля гранулема типичного, почвы характеризуются наличием маломощного органогенного и сухоторфянистого горизонтов (O и Oms), легким гранулометрическим составом, высоким содержанием в разрезе скелетной фракции (щебень, дресва и др.), которая в горизонте C достигает 70 %. Иллювиально-метаморфический горизонт Bos,m,h имеет буровато-коричневую окраску и мелкозернистую (гранулированную) структуру, структурные агрегаты иллювиированы органо-минеральными соединениями, горизонт имеет плотное сложение. Нижележащий горизонт Bos,m имеет более светлую окраску, непрочномковатую структуру и плотнее предыдущего.

Почвенный разрез № 19

- Ov 0–2 см. Очес из стеблей зеленых мхов, корней плаунов, хвои лиственницы.
- Oms 2–6 см. Сухоторфянистая подстилка с небольшим количеством мелкозема, коричневого цвета, слаборазложившаяся, рыхлая, свежая, густо переплетена корнями.
- Bh,f 6–13 см. Неоднородно окрашен, буровато-яркоохристый, легкосуглинистый, мелкозернистый, влажный, средней плотности, включения дресвы и щебня до 10 %. Поверхность включений покрыта органо-минеральными пленками (кутанами), корней много, не вскипает, переход ясный по цвету и гранулометрическому составу.
- B f 13–22 см. Бурый, супесчаный, мелкокомковато-зернистый, влажный, холодный, плотный, включения угловатого крупнозема до 30 %, не вскипает, корней мало, граница ровная, переход постепенный.
- BC 22–30 см. Буровато-палевый, супесчаный, слабо оструктурен, плотный, сырой, включения угловатого и окатанного крупнозема до 70 %, не вскипает, корни единично, переход постепенный по цвету и гранулометрическому составу.
- C 30–35 см. Палевый, щебнистый (включения грубообломочных пород до 80%), сырой, холодный, плотный, корней нет.

Почва: *подбурь охристые легкосуглинистые*.

Почвенный разрез № 24

- Ov 0–1 см. Очес из лишайников и мхов с примесью листьев, коры и ветвей черника, влажный.

Oms 1–3 см.	Сухоторфянистая подстилка темно-коричневого цвета, рыхлая, слаборазложившаяся, густо пронизана корнями. Единично включения щебня. Переход заметный по цвету.
Bh 3–8 см.	Темно-бурый, легкосуглинистый, мелкозернистый, сухой, на поверхности минеральных зерен органико-минеральные красновато-коричневые пленки, средней плотности, включения хряща и щебня до 15 %, не вскипает, корней много, переход слабо заметный.
BC 8–15 см.	Буровато-палевый, легкосуглинистый, мелкокомковатый, сухой, плотный, включения хряща, щебня, дресвы до 30 %, не вскипает, переход заметный по резкому увеличению в разрезе крупнообломочного материала.
C 15–20 см.	Палевый, легкосуглинистый, структура неясная, влажный, очень плотный за счет включений обломков крупнозема разного размера и окатанности (до 70%), корни единично. Ниже – крупные глыбы.

Почва: *подбурь иллювиально-гумусовые легкосуглинистые*.

Как следует из морфологического описания разрезов № 19 и 24, для подбуров обоих подтипов характерно наличие очеса Ov и сухоторфянистой Oms подстилки малой мощности, отчетливая дифференциация профиля на горизонты, буровато-охристая и бурая окраска иллювиально-альфегумусовых горизонтов Bh,f и Bh, которая обусловлена аккумуляцией в них оксидов железа, алюминия и гумуса. Разрезы характеризуются высоким содержанием скелетной фракции различного размера почти по всему профилю почв и значительным (до 70%) ее увеличением в нижних горизонтах, маломощностью почвенных профилей.

Гранулометрический состав грануземов и подбуров охристых (разрезы № 15 и 19) приведен в таблице 1. Из нее следует, что иллювиальный горизонт Bos,m,h гранузема типичного легкосуглинистый, нижние горизонты почвы – супесчаные. В мелкоземе преобладают фракции песка и крупной пыли, в сумме составляющие 78,9–94,5%. Распределение илистой фракции (<0,001) указывает на некоторое ее накопление в горизонте Bos,m,h, далее вниз по профилю ее величина существенно не меняется.

Таблица 1

Гранулометрический состав почв ключевого участка «Лама»

Номер разреза	Гори- зонт	Глубина, см	Содержание фракций, %							Гранулометриче- ский состав
			1– 0,25 мм	0,25– 0,05 мм	0,05– 0,01 мм	0,01– 0,005 мм	0,005– 0,001 мм	<0,00 1 мм	<0,01 мм	
Надпойменная терраса р. Кыгам. Грануземы типичные хрящевато-легкосуглинистые										
15	Bm,h	4–12	7,4	38,4	33,1	6,3	7,2	7,6	21,1	Суглинок легкий
	Bm	12–56	11,9	41,3	31,6	4,0	5,7	5,5	15,2	Супесь
	BC	56–73	27,8	36,6	20,8	4,6	4,8	5,4	14,8	"
	C	73–85	31,4	31,4	21,6	3,9	6,0	5,7	15,6	"
Средняя часть склона плато. Подбурь охристые хрящевато-легкосуглинистые										
19	Bh,f	6–13	9,4	30,7	33,3	5,9	10,7	10,0	26,6	Суглинок легкий
	Bh	13–22	22,5	32,7	27,5	4,2	9,0	4,1	17,3	Супесь
	BC	22–30	21,6	34,6	25,3	6,0	7,7	4,8	18,5	"

Гранулометрический состав подбуров охристых варьирует от легкосуглинистого до супесчаного. Характер распределения отдельных фракций свидетельствует, что в составе мелкозема преобладают фракции среднего и мелкого песка, а также крупной пыли, в сумме составляющих 73,4–85,7 %, что характерно для горных почв. В иллювиальном горизонте Bh,f отмечается высокое содержание фракции ила, а в нижележащих горизонтах эта величина ниже более чем в 2 раза. Как отмечалось ранее, во всех минеральных горизонтах исследованных почв присутствует скелетная фракция, достигающая в нижних горизонтах 70–80 %.

Рассмотрим далее некоторые физико-химические свойства почв (табл. 2). Грануземы типичные к.у. «Лама» характеризуются средним содержанием органического вещества в органоген-

ных горизонтах. Об этом свидетельствует величина потери при прокаливании, составляющая 55,9–37,6 %. Иллювиально-метаморфический горизонт *Bos,m,h* характеризуется высоким содержанием гумуса (8,0%), вероятно, за счет иллювиирования органики из верхних горизонтов. Ниже – в горизонтах *Bm*, *BC* и *C* – содержание гумуса заметно падает. Почвенные горизонты *Ov* и *Oms* обладают сильнокислой и кислой реакцией среды: $pH_{вод.}$ 4,0–4,1, $pH_{сол.}$ 3,7–3,8, для них же характерна высокая гидролитическая кислотность и низкая степень насыщенности основаниями, которая варьирует от 52,8 до 57,7 %. Такая ненасыщенность связана с тем, что почвенно-поглощающий комплекс (ППК) этих горизонтов содержит максимальную в разрезе величину поглощенного водорода и незначительное количество оснований. В горизонтах *Bos,m,h* и *Bm* кислотность среды заметно уменьшается по сравнению с органогенными горизонтами и колеблется в пределах: $pH_{вод.}$ – 4,8–5,3, $pH_{сол.}$ – 3,9–4,8, а степень насыщенности основаниями возрастает. В горизонте *BC* реакция среды приближается к нейтральной, а степень насыщенности основаниями заметно увеличивается и достигает 90,6–92,5 %. Среди поглощенных оснований в гранулах преобладает кальций. В минеральных горизонтах *Bm,h* и *Bm* наблюдается его наименьшая концентрация, а далее, вниз по профилю содержание кальция увеличивается. Распределение поглощенного магния слабо дифференцировано по профилю. Обменная кислотность гранулов в основном обусловлена алюминием, а не водородом, содержание которого в почвах имеет малую величину – 0,03–0,02 мг-экв/100 г.

Подбуры характеризуются следующими физико-химическими свойствами. Подбуры охристые имеют довольно высокое содержание органического вещества в органогенных горизонтах, о чем свидетельствуют величины потери при прокаливании – 74,5–48,9 %. Подбуры иллювиально-гумусовые содержат значительно меньше органического вещества – 52,8–20,6 %. Гумус в этих горизонтах почв накапливается в составе неразложившихся и слабо разложившихся растительных остатков и проникает довольно глубоко вниз по профилю (см. табл. 2). Так, в минеральных горизонтах *Bh,f* и *Bh* подбуров охристых содержание гумуса – 7,8–6,3 %; в горизонте *Bh* подбуров иллювиально-гумусовых – 5,8 %. По данным [10], гумус в подбурах мигрирует вниз по профилю совместно с железом и алюминием, что выражено в морфологии почв (органо-минеральные пленки на поверхности включений, ярко-охристая или бурая окраска этих горизонтов). Подбуры обоих подтипов к.у. «Лама» в органогенно-аккумулятивных горизонтах имеют кислую реакцию среды: $pH_{вод.}$ – 4,1–5,0; $pH_{сол.}$ – 3,2–4,4, что связано, по-видимому, с химическим составом растительного опада, образованного зелеными мхами и лишайниками. Вниз по профилю почв величина pH немного увеличивается: $pH_{вод.}$ – 4,5–5,9; $pH_{сол.}$ – 4,0–4,8.

Максимальное содержание кальция и магния в подбурах обоих подтипов отмечается в горизонтах *Ov* и *Oms*: от 11,8 до 17,4 % – кальция и от 2,8 до 6,3 % – магния. Их накопление в этих горизонтах, вероятно, связано с активной биологической аккумуляцией и относительно слабым выщелачиванием из органических остатков. В подбурах охристых вниз по профилю отмечается заметное падение этих элементов, а в подбурах иллювиально-гумусовых их содержание и распределение по профилю меняются мало. Минимальная величина степени насыщенности основаниями (52,8–57,5%) и максимальная – гидролитической кислотности (35,6–22,8 мг-экв/100 г) у подбуров обоих подтипов отмечаются в органогенном горизонте *Ov*, что связано с высоким содержанием в нем обменного водорода – 17,2–13,4 %. В минеральных горизонтах почв величина гидролитической кислотности резко падает, а степень насыщенности основаниями постепенно увеличивается и к материнской породе достигает 77,6–92,3 %. Обменная кислотность подбуров, так же как и гранулов, обусловлена в значительной степени ионами Al^{3+} .

Таблица 2

Некоторые физико-химические показатели почв ключевого участка «Лама»

Гори- зонт	Глубина отбора образца, см	рН		Гумус, %	Гидролити- ческая ки- слотность	Обменные катионы				Обменные катионы, по Соколову			Степень насыщен- ности, %	Железо, по Там- му, %
		вод.	сол.			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Сумма	H ⁺	Al ³⁺	Сум- ма		
мг-экв на 100 г почвы														
Разрез № 15. Гранулемы типичные хрящевато-легкосуглинистые														
Ov	0–2	4,1	3,8	55,9*	28,4	15,7	2,9	13,2	31,8	0,03	1,2	1,23	53	Не опр.
Oms	2–4	4,0	3,7	37,6*	19,2	11,6	3,4	11,2	26,2	0,02	1,3	1,32	58	–“–
Bm,h	4–12	4,8	3,9	8,0	13,6	10,2	4,1	2,8	17,1	0,03	1,2	1,23	56	2,8
Bm	12–30	5,0	4,6	5,5	10,2	12,8	3,4	1,8	18,0	0,03	0,5	0,53	64	2,0
Bm	30–56	5,3	4,8	4,1	5,7	14,8	3,3	2,4	20,5	0,02	0,9	0,92	78	1,5
BC	56–73	6,2	5,5	3,1	2,3	18,1	3,0	1,1	22,2	0,02	0,8	0,82	91	1,6
C	73–85	6,8	5,8	1,8	1,8	19,1	2,9	0,1	22,1	0,03	0,7	0,73	92	Не опр.
Разрез № 19. Подбуры охристые хрящевато-легкосуглинистые														
Ov	0–2	4,5	3,2	74,5*	35,6	16,4	6,3	17,2	39,9	Не опр.			53	Не опр.
Oms	2–6	4,7	3,6	48,9*	24,1	11,8	4,9	15,8	32,5	нет	2,4	2,4	57	2,4
Bh,f	6–13	5,1	4,1	7,8	13,2	6,2	4,0	5,6	15,8	нет	2,8	2,8	54	2,8
Bh	13–22	5,3	4,6	6,3	6,3	7,3	3,6	2,2	13,1	нет	1,6	1,6	67	1,6
BC	22–30	5,9	4,8	2,1	3,0	6,6	3,0	0,8	10,4	нет	1,8	1,8	78	1,8
Разрез № 24. Подбуры иллювиально-гумусовые хрящевато-легкосуглинистые														
Ov	0–1	4,1	3,7	52,8*	22,8	14,0	3,5	13,4	30,9	0,03	1,2	1,23	57	Не опр.
Oms	1–3	5,0	4,4	20,6*	17,1	17,4	2,8	12,3	32,5	нет	0,4	0,45	65	–“–
Bh	3–8	4,5	3,8	5,8	8,7	16,5	3,8	2,2	22,5	0,02	0,4	0,42	72	–“–
BC	8–15	4,9	4,0	3,2	3,2	14,2	3,2	1,9	19,3	0,02	0,4	0,42	72	–“–
C	15–20	5,2	4,6	0,5	1,5	12,8	3,4	1,8	18,0	0,03	0,2	0,23	92	–“–

*Потеря при прокаливании.

Внутрипочвенное распределение аморфных соединений железа (по Тамму) показывает наибольшее накопление их в горизонтах Bos,m,h грануземов и Bh,f подбуров охристых, что связано, вероятно, с почвенным выветриванием [8].

Оценка степени загрязнения почв медью, никелем, кобальтом, свинцом и серой. Общее (валовое) содержание химических элементов является важным показателем и служит для получения первичной оценки экологического состояния почв. Рассмотрим далее количественные уровни концентрации валовых форм Cu, Ni, Co, Pb и S в почвах к.у. «Лама» и их внутрипрофильную миграцию (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты радиальной дифференциации (числитель) и концентрации микроэлементов в почвах к. у. Лама (знаменатель)

Горизонт	Глубина, см	Cu	Ni	Co	Pb	S
Грануземы типичные легкосуглинистые						
Ov	0-2	$\frac{0,61}{53,4}$	$\frac{1,16}{64,5}$	$\frac{0,27}{6,2}$	$\frac{10,83}{6,5}$	$\frac{3,34}{1270}$
Oms	2-4	$\frac{0,93}{81,2}$	$\frac{1,26}{69,7}$	$\frac{0,34}{7,7}$	$\frac{23,66}{14,2}$	$\frac{4,52}{1720}$
Bos,m,h	4-12	$\frac{0,65}{57,4}$	$\frac{0,70}{39,1}$	$\frac{0,74}{16,6}$	$\frac{50,55}{30,2}$	$\frac{1,00}{380}$
Bm	15-56	$\frac{0,86}{75,4}$	$\frac{0,88}{48,9}$	$\frac{1,06}{23,9}$	$\frac{2,50}{1,5}$	$\frac{0,50}{190}$
BC	56-73	$\frac{1,00}{87,2}$	$\frac{1,00}{55,3}$	$\frac{1,00}{22,4}$	$\frac{1,00}{0,6}$	$\frac{1,00}{380}$
Подбуры охристые легкосуглинистые						
Ov	0-2	$\frac{0,74}{69,1}$	$\frac{0,80}{48,9}$	$\frac{0,17}{4,4}$	$\frac{16,00}{9,6}$	$\frac{1,25}{1260}$
Om,s	2-6	$\frac{1,35}{125,8}$	$\frac{1,43}{86,9}$	$\frac{0,59}{14,8}$	$\frac{38,16}{22,9}$	$\frac{1,33}{1340}$
Bh,f	6-13	$\frac{0,97}{90,5}$	$\frac{0,91}{55,4}$	$\frac{1,05}{26,3}$	$\frac{3,50}{2,1}$	$\frac{0,57}{573}$
Bf	13-22	$\frac{0,92}{86,0}$	$\frac{0,99}{59,9}$	$\frac{1,07}{26,8}$	$\frac{1,16}{0,7}$	$\frac{1,51}{1521}$
BC	22-30	$\frac{1,00}{92,9}$	$\frac{1,00}{60,4}$	$\frac{1,00}{25,0}$	$\frac{1,00}{0,6}$	$\frac{1,00}{1004}$
Подбуры иллювиально-гумусовые легкосуглинистые						
Ov	0-1	$\frac{0,94}{75,7}$	$\frac{0,95}{56,0}$	$\frac{0,18}{4,4}$	$\frac{6,31}{12,0}$	$\frac{2,25}{1972}$
Om,s	1-3	$\frac{0,95}{76,7}$	$\frac{0,95}{55,5}$	$\frac{0,91}{22,3}$	$\frac{1,95}{3,7}$	$\frac{1,64}{1265}$
Bh	3-8	$\frac{0,98}{79,0}$	$\frac{1,09}{64,2}$	$\frac{1,06}{26,1}$	$\frac{1,00}{1,9}$	$\frac{0,98}{757}$
BC	8-15	$\frac{0,98}{78,9}$	$\frac{1,09}{63,6}$	$\frac{1,12}{27,5}$	$\frac{1,42}{2,7}$	$\frac{2,00}{1536}$
C	15-20	$\frac{1,00}{79,9}$	$\frac{1,00}{58,5}$	$\frac{1,00}{24,5}$	$\frac{1,00}{1,9}$	$\frac{1,00}{768}$

Варьирование концентраций микроэлементов в почвенных горизонтах следующее. Так, по Cu она колеблется от 54,4 до 125,8 мг/кг; по Ni – от 39,1 до 86,9; по Co – от 4,4 до 26,8; по Pb – от 0,6 до 30,2; по S – от 380 до 1972 мг/кг. Степень накопления микроэлементов в почве характеризует коэффициент радиальной дифференциации (Крд), который рассчитывается путем сопоставления концентраций элементов в почвообразующей породе (концентрация элемента принята за единицу) и в генетических горизонтах почв. Как следует из таблицы 3, органогенно-аккумулятивные горизонты грануземов типичных характеризуются слабой аккумуляцией Ni (Крд – 1,16–1,26), довольно высокой S (Крд – 3,34–4,52) и очень высокой Pb (Крд – 10,83–23,66). Эти же горизонты обеднены Cu и Co (Крд > 1). Минеральные горизонты грануземов обеднены всеми исследуемыми элементами, за исключением Pb: его аккумуляция в горизонте Bos,m,h превышает содержание элемента в породе более чем в 50 раз.

Для подбуров обоих подтипов характерна обедненность горизонта Ov всеми элементами, за исключением Pb (Крд= 6,31–16,00) и S (Крд = 1,25–2,25). В сухоторфянистом горизонте Om,s подбуров охристых отмечается слабая аккумуляция Cu (Крд=1,35), Ni (Крд=1,43) и S (Крд=1,33) и очень сильная – Pb (Крд=38,16). В этом же горизонте подбуров иллювиально-гумусовых Крд по Cu, Ni и Co меньше единицы, а содержание Pb почти в 2 раза больше, чем в материнской породе. В минеральных горизонтах подбуров, кроме горизонта Bh,f, концентрация всех исследуемых элементов близка к их значениям в материнской породе. Анализ закономерностей аккумуляции и распределения в исследованных почвах тяжелых металлов и серы, а также хорошее жизненное состояние древесного, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов растительности района исследований дают основание отнести их к фоновым почвам.

Выводы

1. Доминирующими почвами района исследований являются грануземы, залегающие на надпойменной террасе р. Кыгам, и подбуры, распространенные в ложбинах стока средневысоких и высоких террас плато. Почвообразующими породами являются крупнообломочные горные породы: глыбы, щебень, хрящ, дресва. Почвы формируются под елово-лиственничными и лиственничными редкостойными лесами.

2. Грануземы имеют буровато-коричневый почвенный профиль, легкий гранулометрический состав, высокое содержание в профиле скелетной фракции. Подстилочные горизонты Ov и Om,s характеризуются высоким содержанием органического вещества, сильноокислой реакцией среды, ненасыщенностью основаниями. Для горизонта Bos,m,h характерна гранулированная (мелкозернистая) структура, высокое содержание гумуса, снижение кислотности и увеличение степени насыщенности основаниями. Среди поглощенных оснований в грануземах преобладает кальций.

3. Подбуры охристые и иллювиально-гумусовые имеют ярко-охристую и бурую окраску почвенного профиля, легкий гранулометрический состав, характеризуются аккумулятивным распределением органического вещества, кислой реакцией среды и уменьшением ее вниз по профилю, ненасыщенностью основаниями. Для иллювиальных горизонтов Bh,f и Bh характерно высокое накопление альфегумусовых соединений и довольно резкое убывание гумуса вниз по профилю.

4. Коэффициенты радиальной дифференциации свидетельствуют, что в органогенных горизонтах исследованных почв отмечается слабая аккумуляция меди, никеля и довольно сильная – свинца. Аккумуляция тяжелых металлов и серы в минеральных горизонтах, за исключением горизонтов Bos,m,h гранузема и Bh,f подбура охристого, мало отличается от их содержания в материнской породе, что позволяет отнести почвы в окрестностях озера «Лама» к фоновым.

Литература

1. Определение пределов устойчивости геосистем на примере окрестностей Мончегорского металлургического комбината / А.Д. Арманд, В.В. Кайданова, Г.В. Кушнарева [и др.] // Известия Акад. наук. Сер. геогр. – 1991. – № 1. – С. 93–104.
2. Кислотные дожди / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман [и др.] – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 269 с.
3. Air pollution in the border areas Of Norway and Russia / B. Siversten, T. Makarova, L.O. Hagen [et al.] // NILU OR. – 1992. – 8/92. – 14 p.
4. URL: http://www.fil_nikel-report-bellona-2010.ru.
5. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. – М.: Наука, 1971. – 268 с.
6. Соколов И.А., Тонконогов В.Д. О почвах плато Путорана // Путоранская озерная провинция. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 115–121.
7. Ершов Ю.И. Почвенно-географическое районирование Красноярского края // География и природные ресурсы. – 1978. – № 2. – С. 110–118.
8. Ершов Ю.И. Мезоморфное почвообразование в таежно-мерзлотном семигумидном секторе Средней Сибири // Почвоведение. – 1994. – № 10. – С. 10–18.
9. Ершов Ю.И. Географо-генетическая систематизация и характеристика почв Субарктики Средней Сибири // География и природные ресурсы. – 1994. – № 1. – С. 117–124.
10. Ершов Ю.И. Почвы Среднесибирского плоскогорья. – Красноярск, 2004. – 86 с.
11. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель- 2000, 1999. – 768 с.



УДК 631.445.4:504 (571.13)

Ю.А. Бауэр, Я.Р. Рейнгард, Т.А. Ивлева

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЮГА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье представлены расчеты запасов токсичных солей в лугово-черноземных почвах южных районов Омской области (Омский, Нововаршавский, Шербакульский, Русско-Полянский). Сделаны выводы о влиянии антропогенных факторов на засоление лугово-черноземных почв юга Омской области.

Ключевые слова: суммарный эффект, токсичные соли, гидроморфизм, генетический горизонт, грунтовые воды.

Yu.A. Bauer, Ya.R. Reingard, T.A. Ivleva

CHERNOZEM SOIL EVOLUTION IN MODERN ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE OMSK REGION SOUTH

The paper presents the calculations of the toxic salt stocks in the meadow-chnozem soils of the southern districts of the Omsk region (Omsk, Novovarshavsky, Sherbakulsky, Russian-Polyansky). The conclusions about the anthropogenic factor influence on the salinity of the meadow-chnozem soils of the Omsk region south are made.

Key words: total effect, toxic salts, hydro-morphism, genetic horizon, groundwater.