

2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 235 с.
3. Природное районирование Новгородской области. / Под ред. Н.В. Разумихина. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. 248 с.
4. В.Н. Серова, А.А. Барышева, В.С. Жекулин. География Новгородской области. Л.: Лениздат, 1974, 125 с.

ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ЛАНДШАФТОВ ОЗЕРА ЧАНЫ

Т.И. Сиромля, А.И. Сысо, Б.А. Смоленцев

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск

Структура и функционирование элементарной системы химических элементов почвы обеспечивает ее экологическую устойчивость, т.е. способность почв ограничивать отрицательное воздействие поллютантов на окружающую среду, которая проявляется как стабильность существования равновесия между прочно связанными соединениями и непрочно связанными соединениями химического элемента (ХЭ) [2]. Без исследования латерального и радиального транспорта веществ невозможно определение путей миграции и аккумуляции ХЭ, выявление источников антропогенного воздействия, решение вопросов охраны окружающей среды и улучшения ее состояния. Вопросам геохимии ХЭ в ландшафтах посвящено большое количество работ, однако содержание и соотношение различных форм соединений ХЭ в почвенно-геохимических катенах изучено еще весьма ограничено [3].

Цель данной работы – исследовать латеральное распределение форм соединений ХЭ в сопряженном ряду почв лесостепной катены юга Западной Сибири. Объекты исследований – почвы естественных ландшафтов лесостепной зоны Барабы (оз. Чаны, Юдинский плес). На ключевом участке изучена катена, в автономной позиции которой на вершине гривы находится серая осолодевшая почва (т. 1) и чернозем солонцеватый (т. 2), в транзитных позициях на ее северном склоне – солонец черноземно-луговой (т. 3) в средней части и лугово-болотная солончаковая почва (т. 4) в нижней части (микрорельеф поперек склона), в аккумулятивной позиции – солончак луговой (т. 5) и у подножия солончак болотный (т. 6) на дне заболоченной депрессии.

Отбор образцов из верхнего горизонта и их пробоподготовку проводили общепринятыми методами, все анализы выполнены в трех аналитических повторностях в аккредитованной испытательной лаборатории ИПА СО РАН, данные приведены в пересчете на абсолютно сухое вещество.

Определение основных физико-химических свойств почвы проводили следующими методами: гранулометрический состав – по ГОСТ 12536-2014, pH и плотный остаток водной вытяжки – ГОСТ 26423-85, содержание органического вещества – ГОСТ 26213-91. Дополнительно было определено количество водорастворимых катионов K, Na, Ca, Mg – по ММВИ-80-2008.

Валовое содержание ХЭ определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии, количество непрочно связанных форм – методом атомной абсорбции. В качестве экстрагентов использовали растворы 1 н NH_4Ac (pH 4,8), 1 %-ный раствор ЭДТА в NH_4Ac , 1 н HCl . Извлекаемые ХЭ характеризуют содержание обменных соединений (вытяжка 1 н NH_4Ac), комплексных (разность между количествами ХЭ, экстрагируемых второй и первой вытяжками), специфически сорбированных соединений (разность между количествами ХЭ, экстрагируемых вытяжками 1 н HCl и 1 н NH_4Ac).

Обменные, комплексные и специфически сорбированные формы соединений ТМ образуют группу непрочно связанных соединений, которые представлены внешнесферными комплексами металлов с разнообразными функциональными группами твердых фаз почвы [Минкина и др., 2009]. Прочно связанные соединения, являющиеся внутрисферными комплексами либо входящие в состав почвенных минералов, определяли по разности между валовым содержанием ХЭ в почве и содержанием их непрочно связанных соединений.

В качестве стандартов были использованы образцы дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы САДПП-09/3 (ОСО № 18809), чернозема выщелоченного среднесуглинистого САЧвП-05/2 (ОСО № 28813), дерново-подзолистой супесчаной почвы СДПС-1 (ГСО 2498-83), чернозема типичного СЧТ-3 (ГСО 2509-83). Полученные результаты определения ХЭ в стандартах укладывались в их аттестованные значения. Основные физико-химические свойства почв исследуемой катены и содержание в них водорастворимой формы катионов Na, K, Ca и Mg представлены в табл. 1.

Большинство исследованных параметров достаточно резко изменяются при переходе из элювиальной позиции катены к аккумулятивной. Практически на порядок снижается содержание органического вещества, среднесуглинистые почвы сменяются песчаными и супесчаными, а наблюдаемое засоление почв приводит к смене слабокислой реакции среды почв на щелочную.

Валовое содержание исследуемых ХЭ в целом не превышает их фоновых содержаний в почвах НСО [Сысо, 2007] и снижается вниз по катене – не очень значительно у Zn и Ni, но весьма сильно у Fe и Mn (рис. 1).

Таблица 1

Физико-химические свойства почв и содержание катионов в водной вытяжке

Параметры		Т. 1	Т. 2	Т. 3	Т. 4	Т. 5	Т. 6
рН		5,5	6,4	6,4	7,8	8,1	8,0
%	Гумус	6,9	3,4	3,8	3,8	0,5	0,7
	ФГ	38,3	34,7	23,0	37,0	8,6	11,0
	Ил	19,7	19,8	13,7	26,2	6,4	7,7
	Плотный ост. ВВ	0,13	0,10	0,08	0,13	0,24	1,10
мг/кг	K ⁺	53	108	36	82	57	145
	Na ⁺	33	21	28	86	390	2160
	Ca ²⁺	27	28	24	69	70	780
	Mg ²⁺	26	32	20	60	69	470

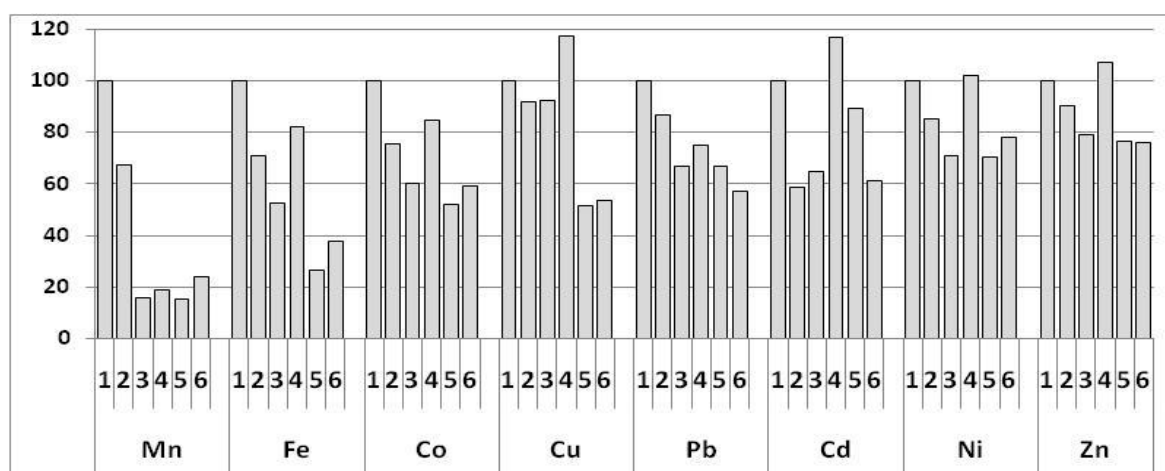


Рис. 1 – Изменение валового содержания ХЭ в почве в зависимости от положения в катене (Здесь и на рис. 2-4 по оси ординат – доля от количества ХЭ в т. 1, %)

В микроложбине (т. 4) наблюдаются некоторые повышения, связанные, вероятно, с утяжелением гранулометрического состава и увеличением доли илистой фракции, содержание в которой тяжелых металлов может превосходить их концентрацию в почве на порядок и более [5].

В поведении исследуемых ХЭ в почвах, в качественном и количественном составе образуемых ими различных форм соединений наблюдается существенная разница. Особенно резко в различных позициях катены отличается содержание обменных форм соединений (рис. 2). Концентрация обменных форм Zn и Cd снижается вниз по склону, а у остальных ХЭ возрастает: у Fe, Cu, Co и Pb – плавно и наиболее сильно, у Mn и Ni – со снижением в трансэлювиальной позиции.

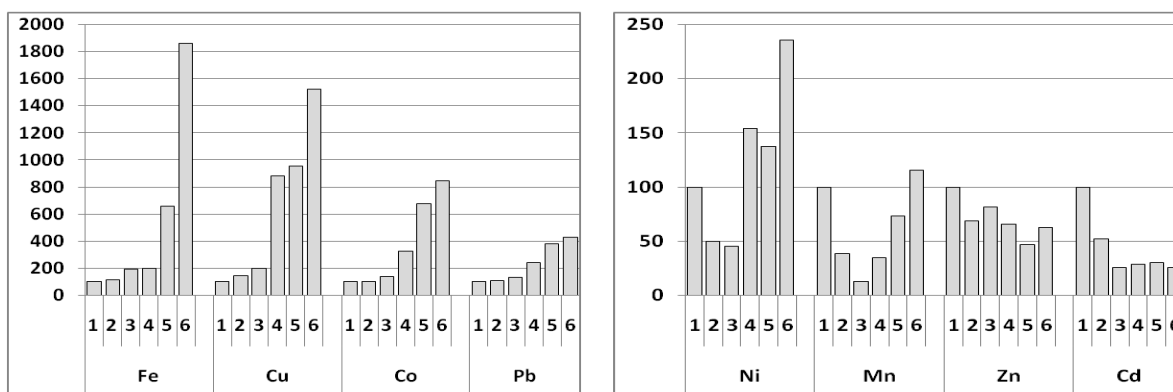


Рис. 2 – Изменение содержания обменных форм соединений ХЭ в почвах катены

Содержание комплексных форм соединений Cd и Fe в солончаках увеличивается, а у остальных элементов – снижается, особенно сильно у Ni и Zn (рис. 3).

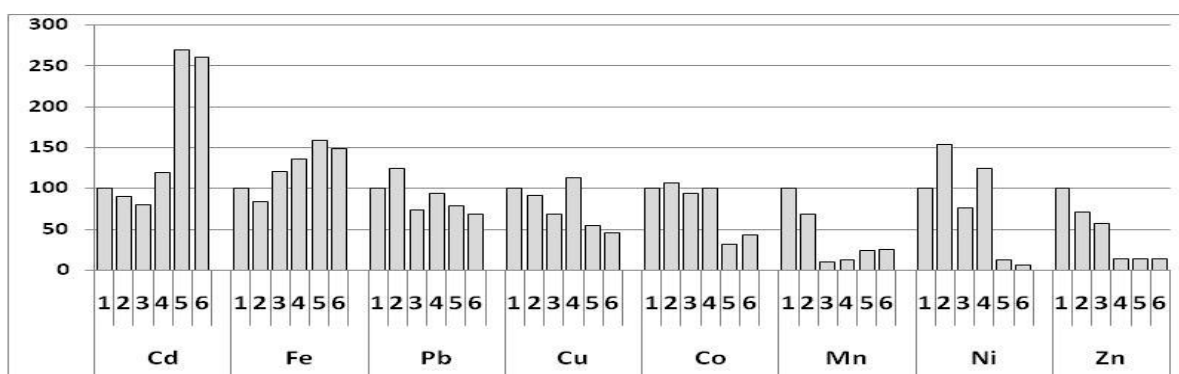


Рис. 3 – Изменение содержания комплексных форм соединений ХЭ в почвах катены

Физико-химические свойства солончаков не способствуют специфической сорбции ХЭ – количество в них данной формы соединений, исследованных ХЭ снижается в несколько раз (рис. 4).

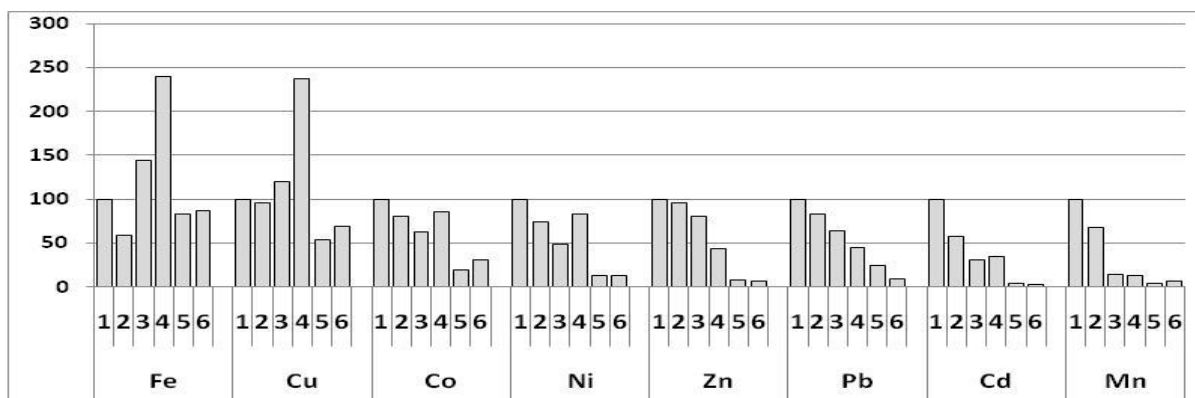


Рис. 4 – Изменение содержания специфически сорбированных форм соединений ХЭ в почвах катены

Это подтверждает и относительное содержание непрочно связанных форм соединений – доля специфически сорбированных форм в солончаках значительно ниже, чем в других типах исследованных почв, и составляет более 50 % от суммы всех непрочно связанных фракций для Cu и Fe, около 50 % – для Ni, Co и Zn, 20-30 % – для Mn и Pb и менее 5 % для Cd (рис. 5).

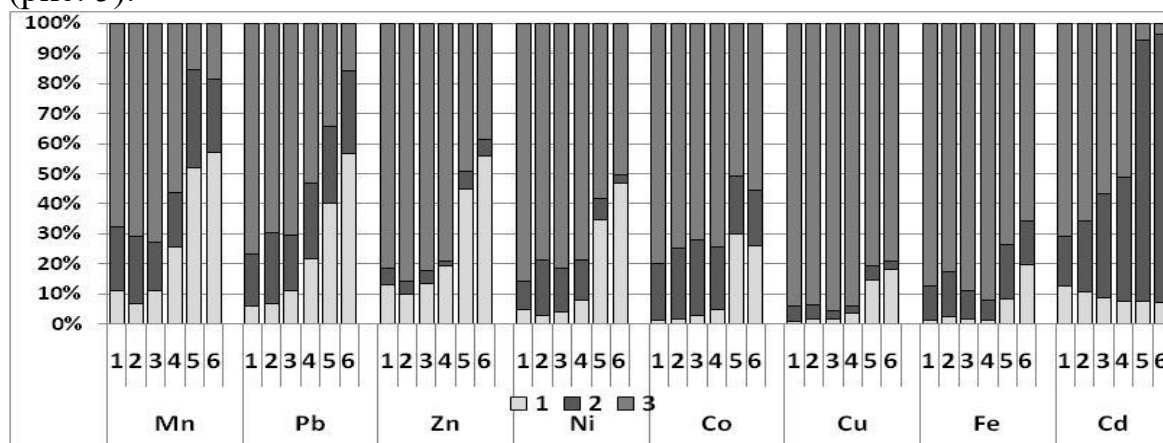


Рис. 5 – Относительное содержание подвижных форм соединений ТМ в почвах катены, % от непрочно связанных форм (1 – обменные, 2 – комплексные, 3 – специфически сорбированные формы соединений)

По сравнению с другими почвенными образцами, в солончаках ниже доля прочно связанных соединений Mn и Fe. Это может быть связано как с пониженным валовым содержанием данных элементов в т. 5–6 (см. рис. 1), так и с особенностями физико-химических свойств данных почв. В целом подвижность элементов снижается от Mn и Pb, доля прочносвязанных соединений которых составляет около 10–30 % от валового содержания в почвах различных типов, к Ni и Zn, доля непрочно связанных соединений которых не превышает 20 % (рис. 6).

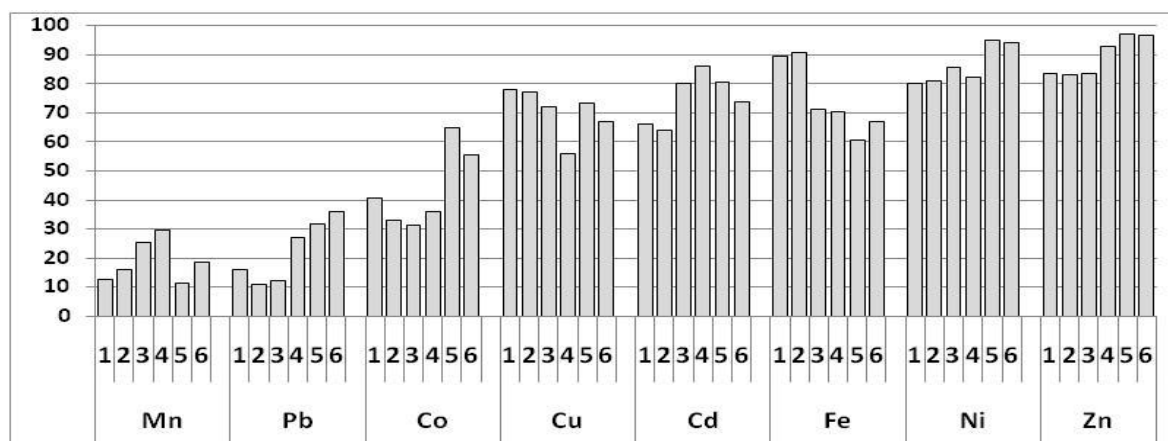


Рис. 6 – Относительное содержание прочно связанных форм соединений ТМ в почвах катены, % от валового

Подвижность ХЭ снижается в ряду $Mn \geq Pb > Co > Cu \geq Cd \geq Fe > Ni > Zn$. Содержание непрочно связанных форм соединений ХЭ в различных позициях катены чрезвычайно резко отличается – максимально эта разница проявляется для наиболее подвижных форм; выявлены и существенные отличия в поведении отдельных исследуемых химических элементов. Так, содержание обменной формы ХЭ в общей сумме непрочно связанных соединений составляет в основном не более 10 % в почвах элювиальной позиции, но может превышать 50 % для Mn, Pb в солончаках. Cu и Zn в исследуемых почвенных условиях комплексных соединений практически не образуют, как и Ni в солончаках, зато Cd в них практически полностью представлен данной формой. Специфическая сорбция наиболее сильно проявилась у Cu и Fe, но можно отметить, что физико-химические свойства солончаков затрудняют данный процесс и приводят к снижению доли специфически сорбированной фракции среди непрочно связанных форм соединений всех исследованных ХЭ.

Библиографические ссылки

1. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. Состав соединений тяжелых металлов в почвах. Ростов-на-Дону: Эверест, 2009. 208 с.
2. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. М.: ЛИБРОКОМ, 2013. 168 с.
3. Семенков И.Н. Формы нахождения металлов в суглинистых тундровых, таежных, подтаежных и лесостепных почвенно-геохимических катенах. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 2016. 24 с.
4. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 277 с.
5. Siromlya T.I., Khudyaev S.A., Syso A.I. Using Srxfa in Ecological Soil Studies on the Territory of Novosibirsk // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2015. T. 79. № 1. P. 89-93.

НАКОПЛЕНИЕ И МИГРАЦИЯ ФТОРА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

В.И. Тригуб

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Одесса

Несмотря на резкое снижение в последние десятилетия объемов и темпов внесения минеральных и органических удобрений, степень загрязнения интенсивно используемых в сельском хозяйстве черноземов южных северо-западного Причерноморья Украины остается высокой. Состояние