



УДК 631.41

В.И. Просяников, О.И. Просяникова
V.I. Prosyannikov, O.I. Prosyannikova

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В АГРОЛАНДШАФТАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

TRACE ELEMENT COMPOSITION OF PARENT ROCKS IN THE CULTIVATED LANDS OF THE KEMEROVO REGION

Ключевые слова: микроэлементы, тяжелые металлы, почвообразующая порода, почва, экология, валовое содержание, подвижные формы микроэлементов, агроландшафты, ПДК.

Микроэлементный состав почв зависит от состава почвообразующих пород. Для оценки микроэлементного состава почв и его техногенной составляющей проведено исследование микроэлементного состава почвообразующих пород как основного природного источника их содержания в почвах. Цель исследований – оценить микроэлементный состав почвообразующих пород в агроландшафтах Кемеровской области. Объект исследований – почвообразующие породы – лессовидные суглинки. Для определения микроэлементного состава почвообразующих пород – лессовидных суглинков в 2012 г. заложено 16 почвенных разрезов на основных типах почв в четырех агроландшафтах: Мариинско-Ачинская лесостепь (Б), лесостепь Кузнецкой котловины (В), степь Присалаирской депрессии (Г), «Островная» лесостепь (Д). В почвенных пробах атомно-абсорбционным методом определены подвижные (доступные) соединения микроэлементов (ацетатно-буферная вытяжка рН 4,8), валовое содержание микроэлементов устанавливали атомно-абсорбционным методом (5 М раствор азотной кислоты). В результате исследований определено, что валовое содержание элементов в лессовидных суглинках изучаемого региона меньше их содержания в литосфере, кроме Mn и Cd. Содержание Mn на уровне содержания в литосфере, кроме ландшафтов Кузнецкой котловины, где его меньше в 1,4 раза. Содержание Cd в лессовидных суглинках больше его содержания в литосфере: в «Островной» лесостепи – в 1,5 раза, степи Присалаирской депрессии – в 2,5 раза. Химический состав лессовидных суглинков по ландшафтам неоднороден, почвообразующая порода в Мариинско-Ачинской лесостепи и «Островной» лесостепи по сравнению с почвообразующей породой лесостепи Кузнецкой котловины содержит статистически значимо больше Mn, Zn, Cu, Fe. Отличительной особенностью почвообразующих пород региона является большая доля в них подвижных форм Pb и Cd относительно валового содержания. Это может предопределять высокую

подвижность этих элементов и в почвах, сформировавшихся на данных лессовидных суглинках.

Keywords: trace elements, heavy metals, parent rock, soil, ecology, total content, labile forms of trace elements, cultivated lands, maximum permissible concentration.

To evaluate the trace element soil composition and its anthropogenic component, the study of the trace element composition of the parent rock as the main natural source of their content in the soil was conducted. The research goal was to evaluate the trace element composition of the parent rocks in the cultivated lands of the Kemerovo Region. Loess-like loams as the parent rocks were studied. Sixteen soil profile cuts were dug in 2012 in the following four cultivated land areas: the Mariinsko-Achinskaya forest-steppe, the forest-steppe of the Kuznetsk Depression, the steppe of the Prisalairskaya Depression, and the "Ostrovnyaya" forest-steppe. The labile (available) compounds of trace elements (acetate-buffer extract at pH 4.8) were found in the soil samples by the atomic absorption method; the total content of trace elements was determined by the atomic absorption method (5-molar nitric acid solution). It was revealed that the total content of trace elements in the loess-like loams of the areas under study was less than that in the lithosphere except for Mn and Cd. Manganese content is equal to that in the lithosphere except for the areas of the Kuznetsk Depression where its content is 1.4 times less. Cadmium content in the loess-like loams is greater than that in the lithosphere: in the "Ostrovnyaya" forest-steppe – 1.5 times, in the steppe of the Prisalairskaya Depression – 2.5 times. The chemical composition of the loess-like loams in different areas is heterogeneous; the parent rock in the Mariinsko-Achinskaya forest-steppe and "Ostrovnyaya" forest-steppe as compared to the parent rock in the forest-steppe of the Kuznetsk Depression contains more Mn, Zn, Cu, and Fe in terms of statistical significance. The distinctive feature of the parent rocks of the region is a large proportion of labile forms of Pb and Cd relating to the total content. That may predetermine a high liability of those elements also in the soils formed on the studied loess-like loams.

Просьянников Василий Иванович, к.с.-х.н., зам. директора, ФГБУ ЦАС «Кемеровский»; доцент, каф. «Почвоведение и агрохимия», Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 60-45-29. E-mail: agroh42@mail.ru.

Просьянникова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., директор, ФГБУ ЦАС «Кемеровский»; зав. каф. «Почвоведение и агрохимия», Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 60-45-29. E-mail: agroh_kuzbass@mail.ru.

Prosyannikov Vasilij Ivanovich, Cand. Agr. Sci., Deputy Director, Center of Agrochemical Service "Kemerovskiy"; Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 60-45-29. E-mail: agroh42@mail.ru.

Prosyannikova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Director, Center of Agrochemical Service "Kemerovskiy"; Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 60-45-29. E-mail: agroh_kuzbass@mail.ru.

Введение

Почвы сельскохозяйственных угодий Кемеровской области подвержены техногенному влиянию промышленности. Экологическая обстановка определяется промышленной спецификой региона, около 50% территории подвержено негативному техногенному воздействию. Предприятия горнодобывающей, металлургической, химической промышленности, машиностроение и металлообработка вносят ощутимый вклад своими выбросами загрязняющих веществ, особенно тяжелых металлов в изменение геохимической обстановки. В «Специальном докладе...» отмечено, что Кемеровская область входит в число наиболее загрязненных районов Западной Сибири [1].

Микроэлементный состав почв зависит от состава почвообразующих пород [2, 3]. Для оценки микроэлементного состава почв и его техногенной составляющей проведено исследование микроэлементного состава почвообразующих пород как основного природного источника их содержания в почвах.

Почвообразующие породы Кузнецкой котловины, водораздельных пространств и поверхности надпойменных террас южной окраины Западно-Сибирской низменности – преимущественно лессовидные суглинки, мощность их в различных частях Кузнецкой котловины от 3-5 до 10-12 м, на отдельных участках – до 15 м и более [4-6].

Объекты и методика исследований

Цель исследований – оценить микроэлементный состав почвообразующих пород в агроландшафтах Кемеровской области.

Задачи исследований:

1. Подготовить базу данных микроэлементного состава почвообразующих пород на основе полевых исследований по агроландшафтам.

2. Исследовать содержание биогенных и токсичных микроэлементов в почвообразующих породах по отношению к содержанию в литосфере.

3. Провести анализ различий в микроэлементном составе почвообразующих пород по агроландшафтам.

4. Оценить содержание подвижных форм биогенных и токсичных микроэлементов по отношению к их валовому содержанию.

Объектом исследований послужили почвообразующие породы – суглинки.

Для определения микроэлементного состава почвообразующих пород – лессовидных суглинков в 2012 г. заложено 16 почвенных разрезов на основных типах почв в четырех агроландшафтах: Мариинско-Ачинская лесостепь (Б), лесостепь Кузнецкой котловины (В), степь Присалаирской депрессии (Г), «Островная» лесостепь (Д).

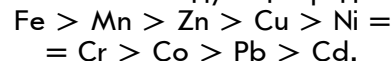
Анализ проб почв выполнен в испытательной лаборатории ФГБУ ЦАС «Кемеровский» по методикам, которые включены в перечни нормативных документов для станций и центров агрохимической службы 1966-2011 гг.

В почвенных пробах подвижные (доступные) соединения элементов определены из ацетатно-буферной вытяжки рН 4,8 атомно-абсорбционным методом [7]. Валовое содержание микроэлементов устанавливали атомно-абсорбционным методом [8]. В качестве экстрагента микроэлементов использовали 5 М раствор азотной кислоты. Калибровка атомно-абсорбционного спектрофотометров ААС-30 и ААС «Спектр-5-4» для определения микроэлементов в изучаемых пробах почв проводилась с использованием стандартных образцов МСО РМ-24 0244-2001, МСО РМ-23 0243-2001.

Результаты и их обсуждение

Валовое содержание элементов в почвообразующих породах региона – лессовидных суглинках представлено в таблице 1 в сравнении с литосферой [9]. Лессовидные суглинки по сравнению с литосферой содержат меньше: Zn – в 1,4-2,1 раза, Cu – в 2,7-4,0, Co – в 1,8-2,3, Ni – в 3,2-3,9, Cr – в 5,5-5,8, Fe – в 1,1-1,9, Pb – в 2,5-2,9 и больше Cd – в 1,5-2,5 раза, Mn – на уровне и меньше в 1,4 раза в ландшафтах Кузнецкой котловины.

По валовому содержанию элементов в лессовидных суглинках рассматриваемого региона составлен следующий ряд:



Аналогичные ряды были составлены В.Б. Ильиным – Mn > Zn > Cu > Co для лесовидных суглинков Западной Сибири [10]. Ряды по валовому содержанию не отличаются по местоположению в ряду элементов. В исследованных нами лесовидных суглинках содержание Mn больше в 2 раза, а Cu, Co, Zn меньше, чем в среднем в суглинках Западной Сибири по В.Б. Ильину [10].

Химический состав лесовидных суглинков по ландшафтам, по нашим данным, неоднороден. Анализ среднего валового содержания элементов по критерию существенности разности показал, что исследованная почвообразующая порода в Мариинско-Ачинской лесостепи и «Островной» лесостепи по сравнению с почвообразующей породой лесостепи Кузнецкой котловины содержит статистически значимо больше Mn, Zn, Cu, Fe. Это может быть связано с направлением геохимического стока с отрогов Кузнецкого Алатау и аккумуляции в межгорных долинах.

Значимой разницы в валовом содержании Co, Ni и Cr в породах агроландшафтов не выявлено (табл. 2).

Содержание подвижных форм элементов в лесовидных суглинках не превышает ПДК для почв суглинистого гранулометрического состава. Элементы по содержанию образуют следующий ряд: Mn > Fe > Zn > Pb > Ni > Cr > Co > Cu > Cd (табл. 1) и в сравнении с данными по Западной Сибири: Mn > Co > Zn = Cu. По нашим результатам исследования в суглинках содержание Zn больше, чем Co.

Содержание подвижных форм элементов относительно их валового содержания в породах значительно варьирует по ландшафтам по Mn от 8,1 до 16,4%, Zn – от 2,0 до 6,7, Cu – от 1,1 до 1,8, Co – от 6,1 до 8,4, Ni – от 7,5 до 11,4, Cr – от 7,1 до 8,9, Fe – от 0,02 до 0,05, Pb – от 35,5 до 48,5, Cd – от 24,2 до 36,8% (рис. 1, 2).

Таблица 1

Микроэлементный состав почвообразующих пород, мг/кг

Ландшафт, показатель	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Cr	Fe	Pb	Cd	
Б n=8	¹ ВС	997 727-1468	58,1 44,4-85,9	15,8 11,6-22,0	8,9 4,9-12,3	17,5 9,6-23,4	16,3 8,8-22,5	38910 22102-48215	5,57 3,45-7,03	0,23 0,19-0,31
	² ПФ	80,4 8,2-181	3,9 1,0-15,1	0,17 0,11-0,23	0,75 0,23-1,33	1,8 1,2-2,2	1,4 1,0-1,8	15,0 4,3-68,2	2,22 1,63-3,07	0,07 0,05-0,13
В n=6	ВС	699 546-820	38,5 30,8-49,7	11,7 10,2-17,0	7,8 4,9-11,2	17,0 14,9-21,7	16,8 14,3-20,9	23929 17329-32624	5,65 4,65-6,77	0,26 0,15-0,36
	ПФ	115 11,7-189	1,45 1,05-1,89	0,21 0,15-0,26	0,60 0,28-1,29	1,73 1,08-3,14	1,31 1,03-1,64	11,2 4,8-23,4	2,25 1,58-2,81	0,09 0,05-0,12
Г n=2	ВС	716 586-847	47,6 46,0-49,1	13,4 12,3-14,4	9,3 9,0-9,6	14,8 11,9-17,8	14,4 10,4-18,3	28458 22256-34659	6,36 5,32-7,39	0,33 0,20-0,46
	ПФ	86,8 62,7-111	1,32 1,14-1,39	0,16 0,13-0,18	0,63 0,45-0,81	1,69 1,21-2,17	1,28 1,08-1,48	5,52 4,93-6,11	2,26 1,99-2,53	0,08 0,06-0,10
Д n=2	ВС	972 889-1055	55,8 51,3-60,3	17,2 15,2-19,2	10,1 10,0-10,3	17,8 12,2-23,4	15,4 10,9-19,9	42087 40166-44007	6,12 5,79-6,45	0,19 0,19
	ПФ	135 127-143	1,10 0,95-1,25	0,20 0,19-0,22	0,62 0,57-0,67	1,33 1,29-1,37	1,09 1,03-1,15	6,75 5,76-7,74	2,97 2,86-3,07	0,07 0,06-0,07
Л		1000	83	47	18	58	83	46500	16,00	0,13

Примечание. Б – Мариинско-Ачинская лесостепь; В – лесостепь Кузнецкой котловины; Г – степь При-салаирской депрессии; Д – «Островная» лесостепь; ¹ВС – валовое содержание; ²ПФ – среднее содержание подвижных форм; Л – содержание в литосфере [9].

Таблица 2

Критерий существенности (t) разности средних валового содержания биогенных элементов в почвообразующей породе

Элементы	Критерий существенности (t) разности средних					
	Б-В	Б-Г	Б-Д	В-Г	В-Д	Г-Д
Mn	3,1	1,8	0,2	0,1	2,9	1,6
Zn	3,2	1,8	0,3	3,1	3,4	1,7
Cu	2,4	1,4	0,6	1,1	2,41	1,7
Co	0,8	0,4	1,4	1,4	2,3	2,1
Ni	0,2	0,8	0,1	0,7	0,1	0,5
Cr	0,3	0,4	0,2	0,6	0,3	0,2
Fe	4,1	1,5	0,9	0,7	6,3	2,1
Cd	0,9	0,8	2,1	0,5	2,1	1,1
Pb	0,2	0,7	1,1	0,7	1,1	0,2
tst (0,95)	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	4,3

Примечание. Б, В, Г, Д – аналогично в таблице 1.

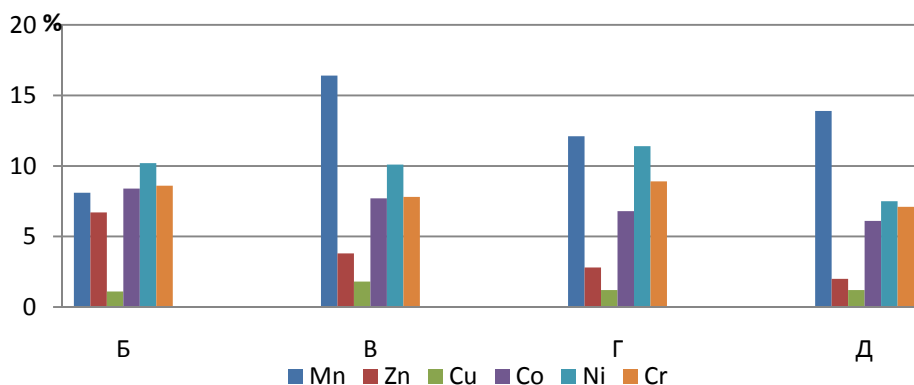


Рис. 1. Содержание подвижных форм микроэлементов относительно их валового содержания в лессовидных суглинках: Б – Мариинско-Ачинская лесостепь; В – лесостепь Кузнецкой котловины; Г – степь Присалаирской депрессии; Д – «Островная» лесостепь

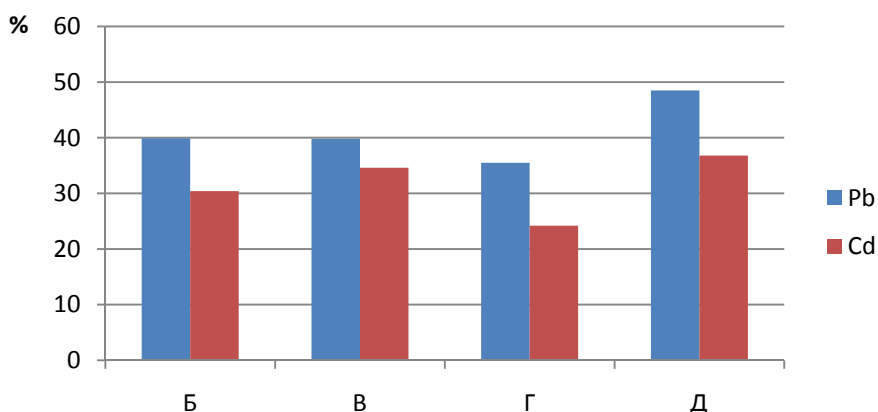


Рис. 2. Содержание подвижных форм токсичных микроэлементов в лессовидных суглинках относительно их валового содержания

Доля подвижных форм Mn от его валового содержания в породах в Мариинско-Ачинской лесостепи и «Островной» лесостепи превышает 13%. Отличительной особенностью почвообразующих пород региона является большая доля в них подвижных форм Pb и Cd относительно валового содержания (рис. 2).

Это может предопределять высокую подвижность этих элементов в почвах, сформировавшихся на данных лессовидных суглинках, при снижении содержания гумуса и дополнительном поступлении токсичных микроэлементов и приводить к загрязнению растениеводческой продукции.

Сравнение микроэлементного состава лессовидных суглинков европейской части России и Западной Сибири, по нашим данным и В.Б. Ильина, А.И. Сысо, приводит к выводу, что в Сибирских породах больше Zn и Mn [11-13].

Заключение

Валовое содержание элементов в лессовидных суглинках изучаемого региона меньше их содержания в литосфере, кроме Mn и Cd. Содержание Mn на уровне содержания в литосфере, кроме ландшафтов Кузнецкой котловины, где его меньше в 1,4 раза. Содержание Cd в лессовидных суглинках больше его содержания в литосфере: в «Островной» лесостепи – в 1,5 раза, в степи Присалаирской депрессии – в 2,5 раза.

Химический состав лессовидных суглинков по ландшафтам неоднороден, почвообразующая порода в Мариинско-Ачинской лесостепи и «Островной» лесостепи по сравнению с почвообразующей породой лесостепи Кузнецкой котловины содержит статистически значимо больше Mn, Zn, Cu, Fe. Отличительной особенностью почвообразующих пород региона является большая доля в них подвижных форм Pb и Cd относительно валового

содержания. Это может предопределять высокую подвижность этих элементов и в почвах, сформировавшихся на данных лессовидных суглинках.

Библиографический список

1. Специальный доклад Уполномоченного по правам человека в Кемеровской области «О состоянии экологии в Кемеровской области и нарушениях прав граждан на благоприятную окружающую среду» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protown.ru/russia/obl/articles/7340.html>.
2. Ковда В.А. Основы учения о почвах. – М.: Наука, 1973. – Кн. 1. – 447 с.
3. Bowen, H. J. M. Environmental chemistry of the elements. – New York, 1989. – 333 p.
4. Гидрогеология СССР. – М.: Недра, 1972. – 304 с.
5. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1975. – 299 с.
6. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Черноземы Кузнецкой котловины. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1983. – 256 с.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах, растениях и их подвижных соединений в почвах. – М.: Изд-во ЦИНАО, 1993. – 40 с.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1989. – 62 с.
9. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555-571.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
11. Попов Г.Н. Биохимия микроэлементов в Поволжье. – Саратов, 1984. – 180 с.
12. Агафонов Е.В. Тяжелые металлы в черноземах Ростовской области // Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистеме. – М.: ГУ КПК Минтопэнерго РФ, 1994. – С. 22-26.
13. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях

Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.

References

1. Spetsial'nyi doklad Upolnomochennogo po pravam cheloveka v Kemerovskoi oblasti «O sostoyanii ekologii v Kemerovskoi oblasti i narusheniyakh prav grazhdan na blagopriyatnyuyu okruzhayushchuyu sredyu». [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://protown.ru/russia/obl/articles/7340.html>.
2. Kovda V.A. Osnovy ucheniya o pochvakh. – M.: Nauka, 1973. – Kn. 1. – 447 s.
3. Bowen H.J.M. Environmental chemistry of the elements. – New York, 1989. – 333 p.
4. Gidrogeologiya SSSR. – M.: Nedra, 1972. – 304 s.
5. Trofimov S.S. Ekologiya pochv i pochvennye resursy Kemerovskoi oblasti. – Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1975. – 299 s.
6. Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Chernozemy Kuznetskoi kotloviny. – Novosibirsk: Nauka Sibirskoe otdelenie, 1983. – 256 s.
7. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v kormakh, rasteniyakh i ikh podvizhnykh soedinenii v pochvakh. – M.: Izd-vo TsINAO, 1993. – 40 s.
8. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel'skokhozyaistvennykh ugodii i produktsii rasteniyevodstva. – M.: TsINAO, 1989. – 62 s.
9. Vinogradov A.P. Srednee sodержание khimicheskikh elementov v glavnykh tipakh izverzhennykh gornyykh porod zemnoi kory // Geokhimiya. – 1962. – № 7. – S. 555-571.
10. Il'in V.B. Tyazhelye metally v sisteme pochva – rastenie. – Novosibirsk: Nauka, 1991. – 150 s.
11. Popov G.N. Biokhimiya mikroelementov v Povolzh'e. – Saratov, 1984. – 180 s.
12. Agafonov E.V. Tyazhelye metally v chernozemakh Rostovskoi oblasti // Tyazhelye metally i radionuklidy v agroekosisteme. – M.: GU KPK Mintopenergo RF, 1994. – S. 22-26.
13. Il'in V.B., Syso A.I. Mikroelementy i tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh Novosibirskoi oblasti – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. – 229 s.

