

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ПАШНИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В.И. Просяников, к.с.-х.н., ЦАС «Кемеровский»

Изучено агроэкологическое состояние почв пашни юго-востока Западной Сибири в границах Кемеровской области, проведена оценка содержания тяжелых металлов в почвах по отношению к ОДК и ПДК. Установлено, что площади пашни с умеренно опасным загрязнением почв и неудовлетворительной экологической ситуацией по валовому содержанию кадмия составляют 434 тыс. га, никеля – 153, цинка – 3 и свинца – около 1 тыс. га. С опасным и чрезвычайно опасным загрязнением почв по валовому содержанию кадмия выявлено 23 и 5 тыс. га пашни соответственно.

Ключевые слова: почва, кларк, агроландшафты, тяжелые металлы, валовое содержание, подвижные формы, ПДК, ОДК, микроэлементы, экологическая ситуация.

Кемеровская область находится на юго-востоке Западной Сибири и по объему промышленного производства занимает одно из ведущих мест в Российской Федерации. Наибольшее техногенное воздействие на окружающую среду оказывают предприятия угольной промышленности, металлургия, химические производства, транспорт. Выбросы стационарных источников промышленных предприятий в атмосферу составляют 1362 тыс. т в год, образование отходов – 2457466 тыс. т, что создаёт предпосылки для поступления тяжелых металлов в подземные воды и открытые водоемы, в почвы и растения [4].

Почвы объединяют почвообразующие породы, грунтовые воды с приземной атмосферой, растениями и живыми организмами [10] и служат основным источником химических элементов для растений. Поэтому крайне необходимо изучение особенностей распределения химических элементов и обеспеченности ими возделываемых культур. В условиях техногенеза возможно загрязнение почв и сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами. В «Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения...» [5] отмечено, что в настоящее время в большинстве субъектов Российской Федерации установлено ухудшение состояния земель сельскохозяйственного назначения. Не является исключением и Кемеровская область.

Цель исследований – оценить экологическое состояние почв пашни по содержанию тяжелых металлов на юго-востоке Западной Сибири.

Методика. Объекты исследования – наиболее распространенные на пашне подтипы черноземов (выщелоченные, оподзоленные, обыкновенные) и серых лесных почв (темно-серые

и серые) в агроландшафтах юго-востока Западной Сибири: Мариинско-Ачинская лесостепь и лесостепь предгорий (Б), «островная» лесостепь (Д), лесостепь Кузнецкой котловины (В), степь Присалаирской депрессии (Г). В качестве предмета изучения выбраны тяжелые металлы.

Анализ проб почв выполнен по методикам, которые включены в перечни нормативных документов для станций и центров агрохимической службы (1966-2011 гг.).

В почвенных пробах атомно-абсорбционным методом определены подвижные (доступные) соединения микроэлементов (ацетатно-буферная вытяжка pH 4,8) [7] и валовое содержание микроэлементов (5 М раствор азотной кислоты) [8]. В работе использовались результаты комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, проводимого в соответствии с методическими указаниями [9]. Статистическая обработка результатов мониторинга почв пашни и оценка загрязнения почв проведены с использованием информационных баз и приложений Банка агрохимических данных, пакета обработки электронных таблиц Excel [11], нормативных документов [2, 3, 12, 13].

Результаты и их обсуждение. Содержание микроэлементов в почвах пашни изучаемого региона, находящихся в зоне влияния промышленных предприятий, сформировано из природных и техногенных источников. По отношению к содержанию микроэлементов в литосфере [1] можно судить о техногенном привнесении кадмия в почвы (превышение в 8 раз) во всех агроландшафтах региона (табл. 1). По другим элементам – либо на уровне содержания в литосфере Mn, Zn, Co, Pb, либо значительно меньше – Cu, Cr, Ni, Fe.

В результате анализа проведено распределение 3363 проб с $pH_{\text{кол.}}$ менее 5,5 и 2990 проб с $pH_{\text{кол.}}$ более 5,5 с площади пашни 1489,9 тыс. га, по группам содержания в почве тяжелых металлов (табл. 2; рис.).

Умеренно опасная категория загрязнения, характеризующая неудовлетворительную экологическую ситуацию по валовому содержанию кадмия, выявлена на площади пашни 434 тыс. га, никеля – 153, цинка – 3,8, свинца – менее 1 тыс. га, расположенной большей частью на кислых почвах с $pH < 5,5$. Высоко опасная и чрезвычайно опасная категории загрязнения, характеризующие кризисную и катастрофическую экологическую ситуацию, обусловлены валовым содержанием кадмия более 2 ОДК на площади 23,2 и 5,3 тыс. га соответственно.

1. Региональные кларки микроэлементов в почвах пашни, мг/кг

A	Mn	Zn	Cu	Co	Cr	Ni	Fe	Cd	Pb
<i>Валовое содержание</i>									
Б	966±3,9	57,8±0,22	16,7±0,1	15,6±0,1	26,3±0,2	32,4±0,2	28464±210	1,16±0,02	14,9±0,22
В	1004±5,2	56,0±0,26	18,6±0,1	12,9±0,1	26,5±0,2	32,1±0,2	29031±173	1,03±0,02	16,2±0,27
Г	985±5,2	63,7±0,5	18,5±0,1	13,0±0,1	24,5±0,2	34,0±0,2	29036±201	1,03±0,04	15,3±0,34
Д	811±9,6	48,8±0,5	17,5±0,2	14,4±0,2	23,1±0,2	35,2±0,6	29233±660	0,90±0,06	18,2±0,89
К	966	57,4	17,7	14,1	25,7	32,9	28826	1,07	15,7
Л	1000	83	47	18	83	58	46500	0,13	16,0
<i>Содержание подвижных форм</i>									
Б	44,9±0,23	1,19±0,02	0,24±0,01	0,40±0,01	0,54±0,2	0,81±0,01	18,6±0,42	0,109±0,004	1,10±0,022
В	41,0±0,3	0,91±0,02	0,10±0,001	0,28±0,01	0,49±0,2	0,62±0,01	2,6±0,05	0,135±0,004	0,98±0,021
Г	46,6±0,4	1,86±0,15	0,19±0,01	0,34±0,01	0,46±0,2	0,57±0,01	2,0±0,1	0,172±0,009	1,33±0,028
Д	37,8±0,6	1,19±0,03	0,21±0,01	0,45±0,01	0,44±0,2	0,96±0,03	5,4±0,4	0,151±0,013	1,43±0,09
К	43,3	1,22	0,18	0,36	0,50	0,73	9,2	0,13	1,14

Примечание. А-агроландшафты, К-средневзвешенное содержание элемента, Л-кларк в литосфере [1].

2. Характеристика уровней содержания тяжелых металлов и экологической ситуации

Группа	Градация содержания	Категория загрязнения [12]	Элемент/ агроландшафт – площадь, тыс. га	Экологическая ситуация [6]	Возможное сельскохозяйственное использование и предлагаемые мероприятия [13]
1	<0,5 ОДК	Чистая	Никель Б – 115,6; В – 200; Г – 155,3; Д – 44,2 Медь Б – 595; В – 468,9; Г – 274; Д – 152 Цинк Б – 302,7; В – 320,9; Г – 218,7; Д – 123,8 Свинец Б – 587,6; В – 467,2; Г – 279,8; Д – 147,6 Кадмий Б – 87,5; В – 157,6; Г – 161,3; Д – 79,1	Удовлетворительная	Использование под любые культуры
2	0,5-1 ОДК	Допустимая	Никель Б – 387,6; В – 236; Г – 106,5; Д – 91,8 Цинк Б – 292,3; В – 148; Г – 51,5; Д – 28,2 Свинец Б – 7,4; В – 1,7; Г – 3,5; Д – 4,4 Кадмий Б – 232,5; В – 191,9; Г – 69,8; Д – 48,1	Удовлетворительная	Использование под любые культуры с проведением мероприятий: известкование, внесение органических удобрений
3	Cd, Pb – от 1 до 2 ОДК; Ni, Co, Cu, Cr, Mo – от 1 до 5 ОДК	Умеренно опасная	Никель Б – 91,8; В – 32,9; Г – 12,2; Д – 16,0 Цинк Г – 3,8 Свинец Г – 0,7 Кадмий Б – 259,4; В – 116; Г – 33,5; Д – 24,8	Неудовлетворительная	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений. Мероприятия аналогичные группе 2
4	Cd от 2 до 3 ОДК	Высоко опасная	Кадмий Б – 15,3; В – 3,4; Г – 4,5	Кризисная	Использование под технические или под сельскохозяйственные культуры, с учетом растений-концентраторов
5	Cd >3 ОДК	Чрезвычайно опасная	Кадмий Б – 0,3; Г – 5	Катастрофическая	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования. Лесозащитные полосы

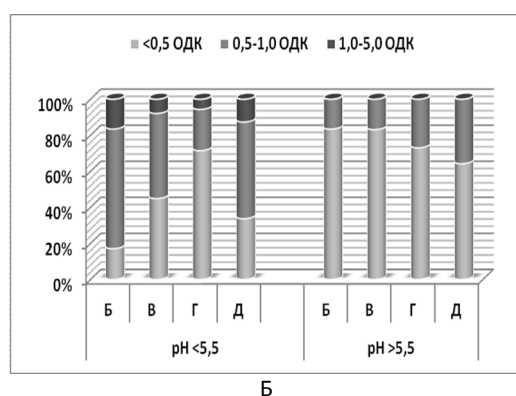
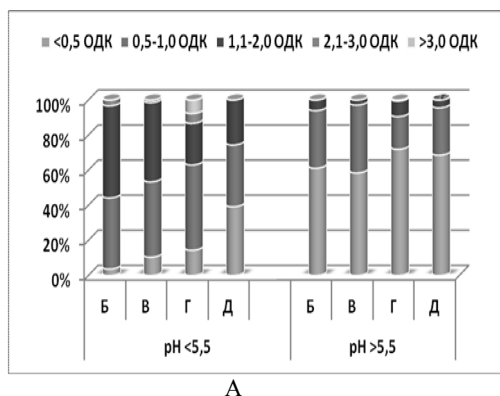


Рис. Распределение проб почв по группам содержания кадмия (А) и никеля (Б) относительно ОДК

Доля проб от общего количества с превышением ОДК составляет по Cd 27%, Ni – около 10, Zn и Pb – 0,4%.

В восточной части степи Присалаирской депрессии на площади пашни 0,4% отмечено превышение ПДК по валовому содержанию Zn [14]. Высокое содержание Zn носит локальный характер и объясняется последствиями работы цинкового завода.

Отмечаются пробы почв с содержанием подвижных форм Cd 0,3-0,6 и более 0,6 мг/кг на площади пашни 55,8 и 6,5 тыс. га соответственно, Zn – чуть более 5 тыс. га, в основном в степи Присалаирской депрессии. Единичные пробы с концентрацией выше ПДК по содержанию подвижных форм Pb имеются в Мариинско-Ачинской лесостепи и лесостепи предгорий, в степи Присалаирской депрессии. Содержание подвижных форм Ni в почвах пашни в агроландшафтах в основном менее 0,5 и 0,5-1 ПДК, отмечены единичные пробы с содержанием выше ПДК на площади пашни около 2 тыс. га.

Содержание в пахотных почвах подвижных форм тяжелых металлов 0,5-2 ПДК может приводить к риску получения продукции с количеством тяжелых металлов выше установленных санитарных норм. При дальнейшем подкислении почвы подвижность тяжелых металлов увеличится и экологическая ситуация может ухудшиться.

Категория загрязнения почв основной площади пашни допустимая (удовлетворительная экологическая ситуация). Умеренно опасная степень загрязнения (неудовлетворительная экологическая ситуация) на 29% площади пашни по валовому содержанию Cd и около 10% площади – по Ni. На этих землях возможно возделывание сельскохозяйственных культур [12] с проведением агрохимических мероприятий: известкование, внесение органических удобрений и т.д. для снижения доступности токсикантов в растения и с осуществлением выборочного контроля сельскохозяйственной продукции на соответствие показателям безопасности.

На площади пашни 23,2 тыс. га с высоко опасной категорией загрязнения почв (кризисная экологическая ситуация) возможно возделывание технических и сельскохозяйственных культур, кроме растений-концентраторов (свекла, листовые овощи). На площади пашни 5,3 тыс. га с чрезвычайно опасной категорией загрязнения почв (катастрофическая экологическая ситуация) возможно возделывание технических культур либо следует вывести эти площади из сельскохозяйственного оборота.

Выводы. Уровень техногенного загрязнения большей части почв пашни по валовому содержанию тяжелых металлов по всем элементам допустимый и низкий, экологическая си-

туация удовлетворительная и относительно удовлетворительная.

Выявлено 29% площади пашни с умеренно опасной категорией загрязнения почв по валовому содержанию кадмия и 10% – никеля (неудовлетворительная экологическая ситуация). На площади пашни около 2% категория загрязнения по валовому содержанию кадмия высоко опасная и чрезвычайно опасная (кризисная и катастрофическая экологические ситуации). Загрязненные земли по большей части кислые, на них требуется проведение известкования.

Литература

1. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555-571.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве». – М., 2006. – 7 с.
3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве». – М.: ОАО «ЦПП», 2009. – 8 с.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011 году. – Кемерово, 2012. – 479 с.
5. Концепция развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предназначенных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ре-

сурсов об этих землях на период до 2020 года. – Распоряжение правительства от 30 июля 2010 г. № 1292-р. – 10 с.

6. Методические рекомендации по обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов // В Сб. методик по определению тяжелых металлов в почвах, тепличных грунтах и продукции растениеводства. – М., 1998. – 100 с.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах, растениях и их подвижных соединений в почвах. – М.: ЦИНАО, 1993. – 40 с.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1989. – 62 с.
9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М., 2003. – 195 с.
10. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 342 с.
11. Просяникова О.И., Королев Ю.А. Банк данных центра (станции) агрохимической службы Минсельхоза России // Агрохимический вестник. – 2010. – № 5. – С. 7-8.
12. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – М., 2007. – 20 с.
13. СанПиН 4266-87 «Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами». – 1987. – 25 с.
14. Сладкова Т.В. Цинк в пахотных почвах степной части Кузнецкой котловины и влияние сульфата цинка на урожайность и качество яровой пшеницы: дис. ... канд. с.-х. наук. – Кемерово, 2012. – 176 с.

UDC 631.4

ECOLOGICAL-AGROCHEMICAL CHARACTERIZATION OF ARABLE SOILS IN THE SOUTH-EASTERN REGION OF WESTERN SIBERIA IN TERMS OF HEAVY METAL CONTENTS

V.I. Prosyannikov

Kemerovskii Federal State Center of Agrochemical Service

ul. Tsentral'naya 15, Novostroika, Kemerovo raion, Kemerovo oblast, 650510 Russia

E-mail: agrohim_42@mail.ru

The agroecological state of arable soils in the south-eastern region of Western Siberia within the Kemerovo oblast has been studied; the contents of heavy metals in the soils were assessed in relation to provisional permissible concentrations (PPCs) and maximum permissible concentrations (MPCs). It has been shown that the cropped lands with moderately hazardous soil pollution and unfavorable ecological situation occupy 434 thousand ha for cadmium contamination, 153 thousand ha for nickel contamination, 3000 ha for zinc contamination, and about 1000 ha for lead contamination. The arable soils with hazardous and extremely hazardous cadmium contamination occupy 23 and 5 thousand ha, respectively.

Key words: soil, clark, agrolandscapes, heavy metals, total content, labile forms, MPC (maximum permissible concentration), PPC (provisional permissible concentration), trace elements, ecological situation.