

УДК: 631.95:631.8:631.4 (571.13)

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КАДМИЯ В ПОЧВАХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Красницкий, А.Г. Шмидт, А.А. Цырк, ЦАС «Омский»

Проведен анализ многолетних данных содержания кадмия на реперных участках локального мониторинга. Рассмотрено содержание кадмия в профиле почвы. Дана оценка распределения кадмия в разных типах почв, а также выявлена степень опасности данного элемента для сельскохозяйственных угодий Омской области.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, кадмий, реперные участки, загрязнение.

Загрязнение природной среды тяжелыми металлами – одно из наиболее распространенных следствий техногенного воздействия на экосистемы.

Одним из источников поступления элементов-загрязнителей в агроэкосистемы считается атмосфера. Качественный и количественный состав компонентов непостоянен и зависит от целого ряда факторов: близости промышленных центров, заводов и фабрик, наличия ТЭЦ, расстояния от автомагистралей и авиалиний, розы ветров, количества осадков, pH почвы и др. Вблизи промышленных центров, как правило, создаются антропогенные аномальные зоны с повышенным содержанием ртути, кадмия, свинца [4].

Кадмий не является жизненно необходимым элементом, он токсичен и относится к 1-му классу опасности (в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83). Кадмий обладает относительно высокой летучестью, поэтому легко проникает в атмосферу. Потенциальным источником загрязнения кадмием могут быть удобрения. При этом он внедряется в растения, употребляемые человеком в пищу, и в конце цепочки переходит в организм человека. Кадмий легко проникает в морскую воду и океан с помощью поверхностных и грунтовых вод.

Наиболее опасным источником загрязнения среды обитания организмов кадмием являются выхлопы отработанного газа автомобильных двигателей. Основная его масса осажается на землю, но и в воздухе остается немалая часть.

В то же время ученые считают, что основной фактор, определяющий содержание Cd в почвах, – это химический состав материнских пород. Среднее содержание кадмия в почвах, по данным различных авторов [8, 9], между 0,07-1,1 мг/кг. При этом фоновые уровни Cd в почвах, по-видимому, не превышают 0,5 мг/кг, а все более высокие значения свидетельствуют об антропогенном вкладе в содержание элемента в верхнем слое почв.

Цель исследований – изучить и оценить динамику содержания подвижных форм кадмия в почве, выявить степень загрязнения данным металлом сельскохозяйственных угодий и распределение валового содержания кадмия по профилю почв на глубину до 1 м.

Методика. Исследование проводили на 17 реперных участках локального мониторинга, заложенных в 14 административных районах Омской области в зоне деятельности ЦАС «Омский» и САС «Тарская» (табл. 1). Участки расположены в разных зонах и на разных ти-

пах почв: чернозем обыкновенный (уч. 1, 2, 14, 16), чернозем южный (уч. 12), лугово-черноземная (уч. 8, 24), лугово-черноземная солонцеватая (уч. 20), солонец глубокий лугово-черноземный (уч. 18, 21), солонец средний лугово-черноземный (уч. 17) в зоне деятельности ЦАС «Омский» и чернозем выщелоченный (уч. 1), серая-лесная, светло-серая (уч. 5), серая-лесная темно-серая (уч. 9), дерново-подзолистая (уч. 11), аллювиальная дерновая (уч. 6) и аллювиально-луговая (уч. 7) в зоне деятельности САС «Тарская».

Исследование и отбор проб проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках [2].

1. Расположение реперных участков

№ учас тка	Почва	Расстояние от загрязнителей, км				
		заводы	аэродромы	ТЭЦ	фермы	авто- дороги
ЦАС «Омский»						
<i>Степная зона</i>						
8	Лугово- черноземная		12	10	3	5
12	Чернозем южный				3	9
14	Чернозем обыкновенный				1,5	0,5
16	То же				2	0,5
<i>Южная лесостепь</i>						
20	Лугово- черноземная солонцеватая				2,5	0,5
21	Солонец глубокий лугово- черноземный				2,5	1,5
24	Лугово- черноземная	8,6	16,6	11	1,5	0,8
<i>Северная лесостепь</i>						
1	Чернозем обыкновенный			15	3	
2	То же	20		20	3	
17	Солонец средний лугово- черноземный				1,5	0,5
18	Солонец глубокий лугово- черноземный				3	0,5
САС «Тарская», Северная зона						
1	Чернозем выщелоченный	10	110		1,5	1,0
5	Светло-серая лесная	20	20		5,0	1,0
6	Аллювиальная дерновая	25	110		1,5	1,0
7	Аллювиально-луговая	20	14		2,0	2,0
9	Темно-серая лесная	35	110		1,5	1,0
11	Дерново-подзолистая	28	35		3,0	0,5

Подвижное содержание кадмия в пахотном горизонте определяли атомно-абсорбционным методом (вытяжка: ацетатно-аммиачный буфер pH 4,8), валовое содержание кадмия так же атомно-абсорбционным ме-

тодом (в качестве экстрагента использовали азотную кислоту с концентрацией 1:1).

Результаты и их обсуждение. Подвижность (мобильность) ТМ и, вследствие этого, доступность их растениям зависит от реакции почвы. Большинство ТМ, увеличивают подвижность при $pH < 5,5$. Минимальное поступление их в растения происходит при $pH 6,5$. Избыток влаги и анаэробные условия повышают растворимость и доступность ТМ для растений.

Официально утвержденного значения ПДК для подвижного кадмия нет, однако в научных исследованиях ученые придерживаются значения 0,30 мг/кг.

2. Содержание подвижных форм кадмия в пахотном слое почвы на реперных участках, мг/кг почвы

№ участка	Годы исследования				Среднее
	2001	2005	2010	2015	
ЦАС «Омский»					
Степная зона					
8	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
12	0,07	0,09	0,06	0,08	0,08
14	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06
16	0,12	0,12	0,06	0,08	0,10
Среднее	0,07	0,09	0,05	0,07	0,07
Южная лесостепь					
20	0,04	0,11	0,12	0,05	0,08
21	0,08	0,07	0,04	0,05	0,06
24	-	0,06	0,07	0,04	0,06
Среднее	0,06	0,08	0,08	0,05	0,07
Северная лесостепь					
1	0,08	0,07	0,07	0,05	0,07
2	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
17	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06
18	0,05	0,11	0,07	0,05	0,07
Среднее	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07
САС «Тарская», Северная зона					
1	0,02	0,05	0,05	0,03	0,04
5	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
6	0,03	0,01	0,02	-	0,02
7	0,04	0,02	0,02	0,05	0,03
9	0,04	0,04	0,04	-	0,04
11	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
Среднее	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04

Примечание. Официально утвержденного значения ПДК подвижных форм нет.

Многолетними наблюдениями за динамикой содержания подвижных форм кадмия в почве с 2001 по 2015 г. превышения ПДК по всем участкам не выявлено (табл.2). Средние значения существенно колебались – от 0,05 до 0,10 мг/кг в зоне деятельности ЦАС «Омский» и от 0,02 до 0,05 мг/кг в зоне деятельности САС «Тарская». Это связано, прежде всего, с рядом факторов: снижением техногенной нагрузки на агроценозы, так как в последние годы значительно сократились объемы промышленного производства, что привело к уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также к существенному уменьшению уровня применения минеральных и органических удобрений, мелиорантов и средств защиты растений, содержащих тяжелые металлы [4]. На глинистых и суглинистых (тяжелых) почвах подвижность многих тяжелых металлов слабее, чем на легких песчаных и супесчаных. Растения усваивают больше металлов из слабогумусированных почв с легким гранулометрическим составом, чем из почв, богатых органическим веществом. Весьма высокой степенью вымывания тяжелых металлов характеризуются дерново-подзолистые супесчаные почвы, имеющие низкую степень поглощения. Иными сло-

вами, почвенный фактор имеет большое значение в определении вертикальной миграции тяжелых металлов.

Результаты исследования содержания валовых форм кадмия по профилю разных типов и гранулометрического состава почв, в среднем по зонам, показывают, что имеется четкая дифференциация по снижению содержания кадмия по горизонтам (табл. 3) на тяжело- и среднесуглинистых почвах.

3. Распределение валовых форм кадмия по профилю разных типов почв Омской области (2012 г.), мг/кг

№ участка	Почва	Гранулометрический состав	Глубина горизонта, см				
			0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
ЦАС «Омский»							
Степная зона							
8	Лугово-черноземная	Тяжелый суглинок	0,51	0,47	0,46	0,44	0,46
12	Чернозем южный	То же	0,56	0,54	0,46	0,47	0,48
14	Чернозем обыкновенный	Супесчаный	0,32	0,28	0,24	0,23	0,22
16	То же	Тяжелый суглинок	0,57	0,56	0,56	0,48	0,54
Среднее			0,49	0,46	0,43	0,41	0,42
Южная лесостепь							
20	Лугово-черноземная солонцеватая	Тяжелый суглинок	0,59	0,57	0,50	0,52	0,50
21	Солонец глубокий	То же	0,62	0,56	0,54	0,52	0,50
24	Лугово-черноземная	>>	0,67	0,56	0,53	0,44	0,43
Среднее			0,63	0,56	0,52	0,49	0,48
Северная лесостепь							
1	Чернозем обыкновенный	Средний суглинок	0,56	0,54	0,51	0,45	0,44
2	То же	Тяжелый суглинок	0,56	0,47	0,45	0,43	0,45
17	Солонец средний	Легкий суглинок	0,50	0,50	0,43	0,39	0,38
18	Солонец глубокий	То же	0,55	0,54	0,53	0,57	0,53
Среднее			0,54	0,51	0,48	0,46	0,45
САС «Тарская», Северная зона							
1	Чернозем выщелоченный	Средний суглинок	0,50	0,50	0,46	0,40	0,38
5	Светло-серая лесная	То же	0,48	0,45	0,39	0,39	0,32
6	Аллювиальная дерновая	>>	0,33	0,33	0,29	0,25	0,23
7	Аллювиально-луговая	>>	0,11	0,11	0,08	0,08	0,07
9	Темно-серая лесная	>>	0,33	0,32	0,25	0,20	0,17
11	Дерново-подзолистая	>>	0,33	0,30	0,28	0,27	0,24
Среднее			0,35	0,34	0,29	0,27	0,24

ОДК: 0,5 мг/кг (уч. 14); 1,0 мг/кг при $pH_{КС} < 5,5$ (уч.5-7, 11); 2,0 мг/кг при $pH_{КС} > 5,5$ (уч. 1, 2, 8, 12, 16-18, 20, 21, 24)

Результаты исследований валового содержания кадмия по профилю почв разного гранулометрического состава показали, что наибольшее оно на участке с тяжелыми почвами – от 0,43 до 0,67 мг/кг в зависимости от горизонта. Более легкие почвы содержат меньше кадмия – от 0,07 до 0,56 мг/кг в зависимости от горизонта. К факторам, увеличивающим содержание кадмия в почве, относятся тяжелый гранулометрический состав, богатство коллоидами, содержание органического вещества [1, 4].

Выводы. 1. Изучаемые почвы характеризуются низким подвижным и валовым содержанием кадмия в пахотном слое, что является свидетельством экологической безопасности по данному элементу.

2. Пределы колебаний подвижного содержания кадмия в среднем по годам составляют 0,05-0,10 в зоне деятельности ЦАС «Омский» и 0,02-0,05 в зоне деятельности САС «Тарская».

3. Распределение кадмия в метровом слое почвы показало, что имеется четкая дифференциация снижения содержания этого элемента в среднем по горизонтам.

4. Валовое содержание кадмия в почве зависит от типа и гранулометрического состава почвы.

Литература

1. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристика почв Западной Сибири: Монография/ОмГАУ. – Омск, 2002. – С.144.
2. Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. – М.: Росин-

формагротех, 2006. – 76 с. 3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М., 2003. 4. Красницкий В.М. Агроэкотоксикологическая оценка сельскохозяйственных агроценозов: Монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2001. – 68 с. 5. Андрейчикова Н.Г. Содержание тяжелых металлов в основных типах почв севера Омской области / Н.Г. Андрейчикова, Л.В. Сластен // Плодородие почв и эффективность удобрений / СибНИИСХ, ФГУ ЦАС «Омский»; Под ред. И.Ф. Храмова и В.М. Красницкого.- Омск, 2002.-С. 47-49. 6. Красницкий В.М. Эколого-агрохимическая оценка плодородия почв и эффективность применения удобрений в Западной Сибири: автореф. дис... д-ра с.-х. н. – Омск, 2002. – 52 с. 7. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы / Пер. с румын. К. И. Станькова; Под ред. и с предисл. В. К. Штефана.- М.: Агропромиздат, 1986. – 221 с. 8. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Загрязнение тяжёлыми металлами и охрана почв.- М.: МГУ, 1985 9. Ильин Б.В., Степанова М.Д. Распределение свинца и кадмия в растениях пшеницы, произрастающей на загрязнённых этими металлами почвах // Агрохимия. - 1980.- С. 114.

ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL ASPECTS OF CADMIUM DISTRIBUTION IN SOILS OF OMSK OBLAST

V.M. Krasnitskii, A.G. Shmidt, A.A. Tsyrk

Omskii Center of Agricultural Service, pr. Koroleva 34, Omsk, 644012 Russia, krasnitsky@omsknet.ru

Long-term data on the content of cadmium in the reference plots of local monitoring were analyzed. The content of cadmium in the soil profile was considered. The distribution of cadmium in different soil types was assessed, and the degree of hazard of this element for agricultural lands of Omsk oblast was revealed.

Keywords: soil, heavy metals, cadmium, reference plots, contamination.