

УДК- 631.95:631.51:635.655

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АККУМУЛЯЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ СОИ СОРТА САМЕР 2 ЭЛИТА**

© 2013 Т.В. Бикеева<sup>1</sup>, С.В. Обущенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

<sup>2</sup>Станция агрохимической службы «Самарская»

Поступила в редакцию 17.03.2011

В данной статье рассмотрены особенности аккумуляции тяжелых металлов (Pb, Cu, Mn, Zn) в почве и закономерности распределения этих элементов в органах сои сорта Самер 2 при использовании различных систем обработки почвы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, почва, обработка, соя, аккумуляция.

Тяжелые металлы, относящиеся к числу наиболее распространенных и опасных для биоты загрязнителей экологической среды, привлекают в настоящее время большое внимание исследователей. Однако их распределение в почвенном и растительном покрове многих конкретных географических регионов изучено недостаточно. Особенно это касается пахотных угодий и получаемой на них растениеводческой продукции, которая поступает в трофические цепи домашних животных и человека [1, 6]. К тяжелым металлам относятся элементы, различные по физическим и химическим свойствам, по характеру взаимодействия с почвой, по способности поглощаться и накапливаться в растениях. Поэтому при возделывании сельскохозяйственных культур, использование агрохимических и агромелиоративных приемов может оказать неодинаковое воздействие на подвижность в почве и доступность для растений различных загрязняющих элементов [3, 5].

*Целью исследований* являлось изучить влияние различных систем обработки почвы на локализацию валовых и подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cu, Mn, Zn) в почве и их аккумуляцию в растениях сои сорта Самер 2.

*Задачи исследований:* выявить влияние различных систем обработки почвы на характер накопления тяжелых металлов в почве; рассчитать коэффициенты концентрации и определить суммарный показатель загрязнения почвы тяжелыми металлами при использовании разноглубинной обработки почвы; изучить характер поступления тяжелых металлов в фитомассу и особенности их локализации в растениях сои при использовании различных систем обработки почвы.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектами изучения являлись почва верхнего пахотного (0-30 см) и подпахотного слоев (30-60

см) и органы растения сои сорта Самер 2. Исследования проводились в 2010-2011 году на стационарном опытном поле на территории учебно-научного предприятия «Учхоз-Агро» Самарской ГСХА. Почва участка представлена черноземом типичным. Было сопряженно отобрано 50 почвенных и 150 растительных образцов. Подготовку проб проводили в соответствии с требованиями по отбору проб при общих и локальных загрязнениях [2]. В полученных вытяжках определяли содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Спектр 4-5» в аккредитованной лаборатории агрохимической службы «Самарская» [9]. Для экотоксикологической оценки почв и растений использовали предельно допустимые концентрации (ПДК) [4] и фоновые значения тяжелых металлов (ФОН) [7].

### **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Результаты исследований показали, что концентрации валовых форм изученных ТМ в почве находятся ниже норм ПДК, но фоновые значения превышены по содержанию свинца и марганца (таб. 1). Концентрация свинца при использовании глубокой обработки выше ФОНа в 1,13 раз, при мелкой, поверхностной и нулевой обработках в 1,22, 1,06 и 1,1 раза соответственно.

Наибольшая аккумуляция Mn – 628,4 мг/кг почвы, наблюдалась на необрабатываемом участке, наименьшая – 522,1 мг/кг почвы при использовании мелкой обработки, что в 1,31 и 1,09 раз больше фоновых показателей соответственно. Содержание меди и цинка не превышало фоновые показатели ни в одном из изученных вариантов. При этом минимальные значения этих металлов наблюдались при поверхностной, а максимальные – при мелкой обработках.

Анализ данных по подвижным формам тяжелых металлов показал, что их концентрация в почве исследуемого участка также находится ниже значений ПДК, но превышает фоновые показатели для Кинельского района. Содержание свинца при применении глубокой обработки было выше ФОНа в 5,35 раз, на необрабатываемом уча-

*Бикеева Татьяна Владимировна, аспирант кафедры.*

*E-mail: tatka0909@mail.ru*

*Обущенко Сергей Владимирович, директор.*

*E-mail: agrohim2007@rambler.ru*

стке – в 1,35 раз, при мелкой и поверхностной обработках в 4,18 раз и в 2,24 раз, соответственно. Концентрация меди в варианте со вспашкой превысила фоновые значения в 9,14 раз, в вариантах с мелкой, поверхностной и нулевой обработками в 7,14 раз, 3,57 раз и 2,43 раз, соответственно. В

содержании марганца наблюдается незначительное увеличение его по сравнению с ФОНОм при глубокой обработке в 1,49 раз. Значения цинка превышали фоновые в 1,14 раз при применении мелкой обработки.

**Таблица 1.** Содержание тяжелых металлов в почве при различных системах обработки почвы, мг/кг

Система обработки	Глубина взятия образца, см	Подвижная форма				Валовая форма			
		Элементы							
		Pb	Cu	Mn	Zn	Pb	Cu	Mn	Zn
Глубокая (30 см)	0-30	0,42	0,38	22,43	0,14	11,67	15,77	597,5	35,92
	30-60	1,39	0,91	23,39	0,13	10,21	12,38	567,7	35,54
	<b>среднее</b>	<b>0,91</b>	<b>0,64</b>	<b>22,91</b>	<b>0,14</b>	<b>10,94</b>	<b>14,08</b>	<b>582,6</b>	<b>35,73</b>
Мелкая (12 см)	0-30	0,47	0,37	23,64	0,19	11,79	17,48	568,7	35,88
	30-60	0,95	0,63	4,61	0,12	11,98	13,60	475,5	36,12
	<b>среднее</b>	<b>0,71</b>	<b>0,50</b>	<b>14,13</b>	<b>0,16</b>	<b>11,89</b>	<b>15,54</b>	<b>522,1</b>	<b>36,00</b>
Поверхностная (6 см)	0-30	0,25	0,21	16,04	0,14	10,88	12,88	567,5	34,66
	30-60	0,51	0,29	4,56	0,07	9,73	11,38	562,7	34,90
	<b>среднее</b>	<b>0,38</b>	<b>0,25</b>	<b>10,30</b>	<b>0,11</b>	<b>10,31</b>	<b>12,13</b>	<b>565,1</b>	<b>34,78</b>
Нулевая (без обработки)	0-30	0,27	0,17	7,98	0,15	10,65	13,63	611,7	35,14
	30-60	0,18	0,17	3,48	0,06	10,75	13,04	645,0	35,42
	<b>среднее</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	<b>5,73</b>	<b>0,11</b>	<b>10,70</b>	<b>13,34</b>	<b>628,4</b>	<b>35,28</b>
ПДК*		6,0	3,0	140,0	23,0	30,0	55,0	1500	100,0
ФОН **		0,17	0,07	15,30	0,14	9,72	17,9	479,0	43,7

\* - Кабата-Пендиас А., Пендиас Х., 1989 г. [4]; \*\* - Матвеев Н.М., Матвеев В.Н., Прохорова Н.В., 2008 г. [7]

**Таблица 2.** Содержание тяжелых металлов в растениях сои сорта Самер 2 при использовании различных систем обработки почвы, мг/кг

Система обработки	Элементы											
	Pb			Cu			Mn			Zn		
	Органы											
	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно
Глубокая (30 см)	1,24	0,68	0,19	5,24	6,99	4,61	47,13	18,38	13,50	8,00	4,00	27,63
Мелкая (12 см)	1,13	1,06	0,17	4,26	4,94	4,15	27,13	15,13	12,75	7,88	5,50	29,63
Поверхностная (6 см)	0,86	0,57	0,13	4,77	2,05	4,69	27,63	5,00	12,88	8,63	4,13	35,50
Нулевая (без обр.)	1,16	0,62	0,23	5,28	1,70	5,54	41,75	6,13	8,50	8,38	4,38	33,88
<b>Среднее</b>	<b>1,09</b>	<b>0,73</b>	<b>0,18</b>	<b>4,88</b>	<b>3,92</b>	<b>4,75</b>	<b>35,91</b>	<b>11,16</b>	<b>11,91</b>	<b>8,22</b>	<b>4,50</b>	<b>31,66</b>
ПДК	5,0	5,0	0,3*	30,0	30,0	5,0*	300,0	300,0	300,0	50,0	50,0	50,0
			0,5**			10,0**						

\* ПДК для детей [8]; \*\* ПДК для взрослых людей [8]

Изучение распределения свинца и меди в почвенном профиле показало, что в подпахотном слое их содержание в 2-3 раза выше, чем в пахотном. Наибольшая аккумуляция марганца и цинка выявлена в верхнем (0-30 см) почвенном слое. Это связано с тем, что эти металлы принимают участие в биохимических процессах, контролирующих рост и развитие растений [10].

Уровень аккумуляции подвижных форм элементов возрастал с увеличением глубины обработки почвы – свинца в 3,96 раз, меди в 3,76 раз, марганца и цинка в 4,00 и 1,45 раз соответственно.

Содержание свинца, марганца и цинка в зерне сои (таб. 2) не превышает ПДК, концентрация меди при использовании нулевой обработки поч-

вы в 1,1 раза превышает санитарно-гигиенические нормативы, установленные для детских продуктов питания. Исследованиями установлено, что большая часть поглощенного растениями свинца и марганца при всех видах обработки локализуется в корневой системе и стеблях, а минимальное в зерне.

Медь, также как и цинк, способна в больших количествах накапливаться в генеративных органах [10]. При нулевой обработке почвы максимальное количество меди обнаружено в зерне – 5,54 мг/кг, что в 1,05 раз больше, чем в корневой системе и в 3,26 раз больше, чем в стеблях растений. При поверхностной обработке почвы содержание меди в зерне составило 4,69 мг/кг, что в 2,29 раз больше, соответствующих показателей в

стеблях. При глубокой обработке значения меди в генеративных органах растения были меньше, чем в корнях и зеленой массе в 1,14 раз и 1,52 раз соответственно. При применении всех видов обработки почвы максимальное накопление цинка наблюдалось в зерне сои, а минимальное в стеблях растений.

Максимальная концентрация свинца и меди в зерне отмечается при нулевой, марганца при глу-

бокой, а цинка при поверхностной обработке почвы.

На основании полученных данных рассчитаны коэффициенты биоаккумуляции ( $I_a$ )(таб. 3) подвижных форм тяжелых металлов различными частями растений сои сорта Самер 2.

Максимальное значение коэффициентов биологического поглощения свинца обнаружено в корнях растений при использовании нулевой обработки почвы ( $I_a = 5,04$ ).

**Таблица 3.** Коэффициенты биоаккумуляции тяжелых металлов растениями сои сорта Самер 2

Система обработки	Элементы											
	Pb			Cu			Mn			Zn		
	Органы											
	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно	корень	стебель	зерно
Глубокая	1,36	0,75	0,21	8,19	10,92	7,20	2,06	0,80	0,59	57,14	28,57	197,36
Мелкая	1,59	1,49	0,24	8,52	9,88	8,30	1,92	1,07	0,90	49,25	34,38	185,19
Поверхностная	2,26	1,50	0,34	19,08	8,20	18,76	2,68	0,49	1,25	78,45	37,55	322,73
Нулевая	5,04	2,69	1,00	31,06	10,00	32,59	7,29	1,07	1,48	76,18	39,82	308,00

В зерне сои, изученного сорта, коэффициенты биоаккумуляции свинца находятся в пределах 1, что свидетельствует о его слабом поглощении. Наибольшие значения  $I_a$  меди приходятся на зерно ( $I_a = 32,59$ ) и корни ( $I_a = 31,06$ ) при нулевой обработке почвы, марганца на корневую систему ( $I_a = 7,29$ ) на варианте без обработки. Высокое поглощение цинка ( $I_a$  среднее = 253,32) характерно для генеративных органов сои.

Содержание свинца в растениях при всех видах обработки почвы образует следующий убывающий ряд: корень>стебель>зерно; меди при глубокой отвальной вспашке и мелкой обработке: стебель>корень>зерно, при поверхностной: корень>зерно>стебель, а при прямом посеве: зерно>корень>стебель; марганца при глубокой и мелкой обработке: корень>стебель>зерно, при поверхностной и нулевой: корень>зерно>стебель; цинка при всех видах обработки: зерно>корень>стебель.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание валовых и подвижных форм ТМ в почве находится в пределах ПДК. Однако по сравнению с фоном на всех изучаемых вариантах наблюдалось превышение валовых форм свинца при использовании глубокой обработки в 1,13 раз, при мелкой, поверхностной и нулевой обработках в 1,22, 1,06 и 1,1 раза соответственно. Значения марганца также превышали фоновые показатели: при вспашке в 1,21 раз, при мелкой обработке в 1,09 раз, при поверхностной и нулевой обработках в 1,17 и 1,31 раз соответственно.

Исследованиями выявлено, что при применении всех изученных систем обработки содержание подвижных форм свинца и меди превышало

значения ФОНа. Показатели свинца при глубокой обработке превышали фоновые в 5,35 раз, при мелкой в 4,18 раз, при поверхностной и нулевой в 2,24 и 1,35 раз соответственно. В содержании меди наблюдается увеличение ее по сравнению с ФОНОм в варианте со вспашкой в 9,14 раз, в вариантах с мелкой, поверхностной и нулевой обработками в 7,14 раз, в 3,57 раз и 2,43 раз соответственно. Значения марганца превышали фоновые при использовании глубокой обработки (в 1,14 раз), а цинка - при мелкой (1,14 раз). Медь не превышала фоновых показателей.

Максимальное значение суммарного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами ( $Z_c$ ) обнаруживается при глубокой обработке почвы – 16,98, минимальное при нулевой – 4,94.

Содержание свинца, марганца и цинка в зерне сои Самер 2 не превышает ПДК, концентрация меди при применении прямого посева в 1,1 раза превышает санитарно-гигиенические нормы, установленные для детских продуктов питания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузмаков В.В., Москаев Ш.А. Природопользование и сельскохозяйственная экология. М.: Техногрупп, 2005. С. 199-253
2. Головатый В.Г., Бурцев В.Н., Котова Е.А. Методика постановки многофакторных экспериментов для обоснования технологий возделывания культур на землях, загрязненных тяжелыми металлами // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 5. С. 108-113.
3. Головатый С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. - Минск, 2002. 240 с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. Казаков Г.И., Милюткин В.А. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья: монография. Самара: РИЦ СГСХА, 2010. 245 с.

6. *Каплин В.Г.* Основы экотоксикологии. М.: КолосС, 2006. 232 с.
7. *Матвеев Н.М., Матвеев В.Н., Прохорова Н.В.* Вовлечение тяжелых металлов в основные трофические цепи в агрофитоценозах Высокого Заволжья: монография. Самара: изд-во «Самарский университет», 2008. 144 с.
8. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов: издание официальное / Мин -во здравоохранения СССР. - М., 1990.
9. *Шумова О.В.* Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (изд. 2-е, переработанное и дополненное). М: Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства, 1992. 57 с.
10. *Филицова Г.Г., Смолич И.И.* Основы биохимии растений: курс лекций Минск: БГУ, 2004. 136 с.

## **INFLUENCE OF THE DIFFERENT SYSTEMS OF SOIL TILLAGE ON HEAVY METALS ACCUMULATION IN SOYA SAMER 2 ELITE**

© 2013 T.V. Bikeeva<sup>1</sup>, S.V. Obuschenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Samara State Agricultural Academy

<sup>2</sup>Agrochemical Service Station «Samara»

In this article deals with the heavy metals accumulation peculiarities (Pb, Cu, Mn, Zn) in the soil and their distribution in the parts of the soya Samer 2 during different systems of soil tillage.

Key words: heavy metals, soil, tillage, soya, accumulation

---

*Tatyana Bikeeva*, Graduate Student.  
*E-mail:* tatka0909@mail.ru;  
*Sergey Obuschenko*, Director.  
*E-mail:* agrohim2007@rambler.ru