

6. Бигон, М. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2-х т./ М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – Т. 2. Пер. с англ. – М.: Мир. – 1989. – 477 с.

7. Работнов, Т.А. Экспериментальная фитоценология: Учеб. пособие. – М.: МГУ. – 1998. – 240 с.

8. Шугалей, Л.С. Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов / Л.С. Шугалей, М.Г. Семечкина, Г.И. Яшихин, В.К. Дмитриенко. – Новосибирск.: Наука. – 1984. – 152 с.

METHODICAL BASES FOR DETERMINING THE AGE OF UNUSED ARABLE LAND

Titova V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Vetchinkikov A.A., Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate professor
FGBOU VO Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

***Keywords:** unused arable land, non-use period, fertility, succession, species composition of phytocenosis.*

At present, the problem of maintaining soil fertility, as well as the non-use of arable sod-podzolic soils acquires a special urgency. This raises the problem of determining the time of disposal of land from active agricultural use is especially acute. The most promising indicators of determining the age of overgrowing of arable land are both agrochemical indicators characterizing the corresponding soil horizons, and the phytocoenotic composition of the field.

УДК. 581.5

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

***Троц В.Б.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

***Троц Н.М.**, кандидат биологических наук, доцент*

ФГБОУ ВО Самарская ГСХА

***Ахматов Д.А.**, кандидат биологических наук*

АО «ВолгоНИИгипрозем»

г. Самара, Россия, e-mail: dr.troz@mail.ru

***Ключевые слова:** почва, обработка почвы, вспашка, яровая пшеница, ячмень, тяжелые металлы, поверхностная обработка, прямой посев.*

В работе приводятся данные, показывающие, что прямой посев зерновых культур и мелкая поверхностная обработка почвы ведут к

накоплению валовых и подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте (0-30 см). Проведение глубокой отвальной обработки позволяет существенно уменьшить поступление металлов в растение.

Введение. В условиях возрастающего антропогенного воздействия человека на биосферу одной из основных проблем аграрного сектора страны является производство экологически безопасных продуктов питания и сырья для промышленности. Особую опасность для агробиocenозов представляют тяжелые металлы, поступление которых в агроландшафты с каждым годом увеличивается. Попадая в почву и растения, они накапливаются в агросистемах и включаются в метаболические циклы живых организмов, образуя высокотоксичные канцерогенные металлоорганические соединения [1].

Самарская область – индустриально развитый регион, имеющий на своей территории крупные предприятия машиностроительного, химического, нефтеперерабатывающего, аэрокосмического и приборостроительного комплекса, которые являются потенциальными источниками поступления тяжелых элементов в окружающую среду и их привнесения в агроландшафты.

В связи с этим исследования, направленные на изучение особенностей аккумуляции и миграции тяжелых металлов в агробиологических объектах, а также поиск технологических приемов снижения их поступления в биологический кругооборот представляют особую актуальность [2].

Цель и задачи исследований. Выявление особенностей аккумуляции тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu, Co, Mn) в пахотном горизонте и растениях при различных системах обработки почвы.

Условия и методика исследований. Эксперименты проводились на левобережной территории Самарской области, расположенной в среднем течении реки Волги. Климат региона – континентальный, с ярко выраженным неустойчивым, а на южных границах недостаточным увлажнением. Средняя температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) +19-22 °С, самого холодного (январь) – 13,5-14,0 °С. Сумма эффективных температур (выше +10) колеблется от 2200 °С на севере области до 2600 °С на юге. Атмосферные осадки распределяются неравномерно как по годам, так и по отдельным периодам года. Их количество варьирует от 200 до 600 мм. При этом большая часть осадков выпадает в теплое время года. Рельеф представлен асимметрично построенными водоразделами с преобладанием открытых степных равнин, лежащих на высоте 75-100 м над уровнем моря с наклоном в сторону рек. Местами они пересекаются балками и лощинами [3].

Для решения поставленных задач в 2012-2014 гг. на опытном поле Фонда сельскохозяйственного обучения (ФСО) проводились эксперименты по изучению влияния различных систем обработки почвы на характер локализации тяжелых металлов в пахотном горизонте и растениях озимой пшеницы, яровой пшеницы и ячменя. Опыт предусматривал три варианта основной обработки почвы: 1 – прямой посев (без обработки); 2 – поверхностная обработка (14-16 см); 3 – отвальная вспашка (25-27 см). Исследования начаты с третьей ротации четырехпольного стационарного севооборота, т.е. через 8 лет после закладки опыта.

Опыты проводились в соответствии с существующими методическими указаниями [4,5]. Почвенные и растительные образцы для анализа отбирали с использованием общепринятых методов [6]. В пакетах образцы доставляли в лабораторию ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская», имеющую аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001.510565 (срок действия до 25.04.2020 г.).

Подготовку образцов почвы для определения в них валового содержания тяжёлых металлов проводили традиционным методом [7]. Определение валовых форм тяжелых металлов в почвах и растительных образцах проводилось с предварительной подготовкой проб методом «сухой» минерализации при 575 °С. Подвижные формы соединений извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 (ААБ). Этот экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов и используется для оценки обеспеченности почв этими элементами. Конечное определение элементов проводили пламенным и электротермическим вариантами с применением атомно-абсорбционного спектрофотометра «Спектр 5-4» в пламени ацетилен – воздух. Одновременно проводили холостой анализ, включая все его стадии, кроме взятия пробы почвы. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое двух параллельных определений.

Помимо наличия тяжелых металлов в почвах определяли содержание гумуса по Тюрину; pH водной вытяжки; содержание подвижного фосфора в нейтральных почвах по Чирикову; в карбонатных почвах по Мачигину; содержание обменного калия в нейтральных почвах по Чирикову; в карбонатных почвах по Мачигину; содержание легкогидролизуемого азота в кислотной (0,5 н. H₂SO₄) вытяжке по Тюрину и Кононовой в модификации Кудеярова [8].

Математическая обработка экспериментального материала проводилась в вычислительном центре ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

Результаты и обсуждения. Исследованиями выявлено, что

изучаемые системы обработки в первую очередь влияют на гумусообразовательные процессы. Его количество в почве участка с классической системой обработки, базирующейся на отвальной вспашке, равнялось в среднем 5,5 %, при поверхностном рыхлении объемы гумуса увеличивались на 3,6 % – до 5,7 %, а на участке с прямым посевом (без обработки) на 7,2 % – до 5,9 % (таблица 1). Причем при минимальных обработках более интенсивное накопление органического вещества наблюдалось в слое почвы 0-10 см. Разница в содержании гумуса между верхним и нижним горизонтом (20-30 см) при прямом посеве составляла 18,5 %, при поверхностной обработке – 13,2 %, а при вспашке только 7,5 %. Менялся и фракционный состав почвы. На участке с прямым посевом увеличивалось количество мелкодисперсных частиц илистой (< 0,001 мм) и глинистой (< 0,01 мм) фракции в среднем до 43 % и 59 %, что на 2,3 % и 1,7 % больше, чем при поверхностной обработке, и на 16,2 % и 5,5 % больше, чем при вспашке.

Исследованиями выявлено, что системы обработки почвы практически не сказываются на pH среды и объемах поглощенных оснований. На всех участках индексы pH находились в пределах 6,8, что близко к нейтральным параметрам, а сумма поглощенных оснований варьировала в среднем от 379 до 384 мг/экв/кг, при этом на долю Са приходилось 80,8-82,8% общего объема, присутствие Na не прослеживалось.

Анализ концентрации подвижных форм биогенных макроэлементов показал, что почва участка с прямым посевом содержит в среднем 199 мг/кг P₂O₅ и 207 мг/кг – K₂O. Это на 4,2 % и 1,4 % больше, чем на участке с поверхностной обработкой, и на 12,4% и 5,6 % больше, чем со вспашкой. Причем в первом и во втором случае преобладающая часть элементов находилась в поглотительном комплексе верхнего горизонта (0-10 см) – в среднем на 11,2-22,0 % больше, чем в слое 20-30 см. На участках со вспашкой эта разница составляла лишь 4,7 % и 12,2 %.

Таким образом, можно сделать заключение, что физико-химические свойства почв на участках с минимальными обработками и в первую очередь на полях с прямым посевом могут способствовать большей аккумуляции тяжелых металлов, чем при вспашке.

Экспериментами установлено, что пахотный горизонт (0-30 см) на участке с прямым посевом озимой пшеницы аккумулирует в среднем 0,36 мг/кг валовых форм – Cd, 12,4 мг/кг – Pb, 37,9 мг/кг – Zn, 20,8 мг/кг – Cu, 10,9 мг/кг – Co и 761 мг/кг – Mn, или в сумме 843,3 мг металлов на 1 кг почвы.

При поверхностной обработке суммарный показатель накопления равнялся 835,2 мг/кг, а при вспашке 813,9 мг/кг, что соответственно на 1,0 % и 3,6 % меньше первого варианта обработки. При этом отрица-

тельная динамика прослеживалась по всем металлам, но наиболее существенная разница, достигающая 11,8-29,8 %, отмечалась по Cu, Pb, Cd и Zn. У Mn и Co уровень уменьшения аккумуляции с увеличением глубины обработки был меньшим и равнялся соответственно 2,1 % и 5,8 %.

Аналогичные закономерности прослеживались и в опытах с яровой пшеницей, с той разницей, что объемы накопления Cd и Pb на участке прямого посева (без обработки) в 2,2 и 2,7 раза, а Zn, Cu, Co и Mn в 1,2-1,3 раза превышали уровень их аккумуляции в почвах с классической вспашкой. В сумме пахотный горизонт содержал 675,2 мг/кг металлов против 542,8 мг/кг при вспашке, или на 24,3 % больше. Вариант с поверхностной обработкой по содержанию Cd, Pb, Zn и Co был ближе к вспашке, то есть отличался относительно невысоким уровнем накопления этих металлов, в среднем на 6,7-13,3 % превышающем контрольные показатели, а по Si и Mn – ближе к прямому посеву, соответственно 15,6 и 561 мг/кг, или на 34,4 и 17,1 % выше контроля. Общий объем концентрации элементов равнялся 633,0 мг/кг. Это в среднем на 6,6 % ниже значений первого варианта.

В опытах с ячменем почва участка с прямым посевом содержала в среднем на 15,0 и 18,7 % больше Cd и Zn по сравнению с глубоко обрабатываемой почвой, а по Co, Mn, Pb и Cu эта разница достигала соответственно 49,1%, 59,8 %, 67,6 % и 90,8 %. Суммарно на делянках прямого посева в слое 0-30 см содержалось 821,2 мг/кг тяжелых элементов. На поле с поверхностной обработкой накапливалось 630,7 мг/кг, или на 30,2 % меньше, а на участке со вспашкой – 521,2 мг/кг, что в среднем на 57,5 % меньше значений первого варианта опыта и на 21,0 % – второго.

Исследованиями выявлено, что при прямом посеве, исключая оборот почвы, большая часть металлов сосредотачивается в верхнем слое – 0-10 см. По нашему мнению, это обусловлено их подъемом корневыми системами растений из нижних горизонтов и последующей ежегодно прирастающей локализацией в пожнивных остатках и отмерших подземных частях растений, а также закреплением в почвенно-поглолительном комплексе, насыщенном органо-минеральными коллоидами. При поверхностной обработке преобладающее количество элементов наблюдается в слое 10-20 см. Их миграция вызвана механическим перемещением в процессе обработки верхнего горизонта почвы, вместе с техногенно выпавшими металлами и растительными остатками в данную зону.

При отвальной вспашке элементы относительно равномерно распределяются по пахотному слою с их некоторым преобладанием в нижнем горизонте – 20-30 см, куда они перемещаются в результате

оборота пласта и вымывания грунтовыми водами.

Исследованиями установлено, что объемы накопления валовых форм металлов не превышают допустимых концентраций и находятся по Cd, Zn и Cu в пределах 15,0-43,6 %, а по Mn, Pb и Co – на уровне 21,6-82,7 % от ПДК. Однако на вариантах с прямым посевом и поверхностной обработкой отмечено существенное превышение фоновых индексов по Pb и Zn, а на участках с посевом озимой пшеницы – и по Cu и Mn.

Валовое содержание металлов в почве во многом определяло объемы подвижных форм. Анализами выявлено, что их динамика во многом схожа. Наибольшее количество потенциально доступных для растений металлов находилось на полях, где посев проводится без предварительной подготовки (вариант 1). Так, на участке, занятом озимой пшеницей прямого посева, их суммарный объем равнялся 45,8 мг/кг, это в среднем на 21,1 % больше, чем при вспашке и на 7,2 % больше, чем при поверхностной обработке. Причем увеличение концентрации подвижных форм отмечается по всем металлам.

В опытах с яровой пшеницей при прямом посеве в почве аккумуляровалось около 52,2 мг/кг подвижных форм элементов, поверхностной обработке – 42,2 мг/кг, а вспашке – 34,9 мг/кг, то есть почти в 1,5 и 1,2 раза меньше, чем при ресурсосберегающих технологиях возделывания культуры. На участках с ячменем содержание металлов в почве от первого варианта опыта ко второму и третьему снижалось соответственно с 51,4 мг/кг до 48,3 и 38,0 мг/кг, или на 6,2 % и 35,2 %.

Относительно низкое содержание подвижных форм металлов в глубоко обрабатываемой почве обусловлено не только небольшим запасом валовых форм, но и тем, что при активном отвальном рыхлении пахотного горизонта значительно усиливаются окислительно-восстановительные процессы, в результате которых мобильные тяжелые металлы переходят в состав комплексных нерастворимых соединений, возрастает их миграция в подпочвенные горизонты с нисходящими потоками влаги, а также абсорбирование почвенной биотой.

Сравнение полученных результатов с контрольными индексами показало, что они находятся значительно ниже ПДК. Но практически во всех вариантах опыта отмечено превышение фоновых значений по Cd, Cu, Co и Mn, а при прямом посеве и поверхностной обработке – по Pb и Zn.

Исследованиями выявлено, что растения потенциально могут извлечь из слоя почвы 0-30 см: 0,12-0,22 кг/га – Cd; 0,84-5,49 кг/га – Pb; 0,54-1,95 кг/га – Zn; 0,10-0,84 кг/га – Cu; 0,36-1,68 кг/га – Co и 102,9-152,4 кг/га – Mn (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве, 2012-2014 гг.

Культура	Вид обработки	Форма металла, кг/га	Элементы					
			Cd	Pb	Zn	Cu	Co	Mn
озимая пшеница	прямой посев (без обработки)	валовая	1,08	37,2	113,7	62,4	32,7	2283
		подвижная	0,22	1,44	1,95	0,84	1,68	131,4
		% подвижности	20,4	3,9	1,7	1,3	5,1	5,8
	поверхностная обработка	валовая	1,05	35,4	110,7	56,1	34,5	2268
		подвижная	0,21	1,32	1,65	0,81	1,59	122,7
		% подвижности	20,0	3,7	1,5	1,4	4,6	5,4
	вспашка	валовая	0,87	31,8	87,6	55,8	30,9	2235
		подвижная	0,20	0,69	1,41	0,66	1,47	109,2
		% подвижности	23,0	2,2	1,6	1,2	4,8	4,9
яровая пшеница	прямой посев (без обработки)	валовая	1,95	68,4	130,8	45,6	24,0	1755
		подвижная	0,20	5,49	1,00	0,24	0,51	152,4
		% подвижности	10,2	8,0	0,8	0,5	2,1	8,7
	поверхностная обработка	валовая	1,02	27,9	118,8	46,8	21,6	1683,0
		подвижная	0,15	1,77	0,84	0,12	0,36	123,3
		% подвижности	14,7	6,3	0,7	0,3	1,7	7,3
	вспашка	валовая	0,90	24,9	111,3	34,8	19,5	1437
		подвижная	0,12	0,87	0,54	0,10	0,36	102,9
		% подвижности	13,3	3,5	0,5	0,3	1,8	7,2
ячмень	прямой посев (без обработки)	валовая	1,14	19,5	109,8	49,8	26,4	2244
		подвижная	0,22	1,05	1,38	0,42	0,96	141,6
		% подвижности	19,3	5,4	1,3	0,8	3,6	6,3
	поверхностная обработка	валовая	0,96	32,7	110,1	43,2	23,7	1686
		подвижная	0,19	0,84	1,29	0,36	0,99	150,4
		% подвижности	19,8	2,6	1,2	0,8	4,2	8,9
	вспашка	валовая	0,96	28,2	95,4	26,1	17,7	1404
		подвижная	0,18	0,57	0,72	0,33	0,78	111,0
		% подвижности	18,8	2,0	0,8	1,3	4,4	7,9

При этом минимальный абсолютный запас мобильных форм металлов имела почва в вариантах со вспашкой, а максимальный – при прямом посеве. Установлено, что в годы исследований при всех сис-

темах обработки наиболее подвижен в почве был Cd – 10,2-23,0 % и Mn – 4,9-8,9 %. Мобильность Pb и Co находилась на уровне 2,0-8,0 % и 1,8-5,1 %, а Zn и Cu соответственно 0,5-1,7 % и 0,3-1,3 %.

Наряду с обработкой определенное влияние на доступность металлов оказывали и растения. Так, корневые выделения озимой пшеницы стимулировали мобильность Cd, Zn, Cu и Co и сдерживали Pb и Mn. Яровой пшеницы – наоборот, уменьшали подвижность Cd и повышали Pb.

Опытами установлено, что озимая пшеница, высеянная на необрабатываемом участке, аккумулирует в среднем 0,101 мг на 1 кг воздушно-сухой массы Cd, 1,30 мг/кг – Pb, 20,62 мг/кг – Zn, 5,13 мг/кг – Cu и 1,79 мг/кг – Co. Это соответственно на 57,8 %, 94,0 %, 10,6 %, 12,5 % и 73,7 % больше, чем растения, возделываемые на поверхностно обработанном поле, и в среднем в 1,2-2,7 раза, а по Pb и Co в 4,3 и 3,1 раза больше, чем растения размещённые на вспаханном участке. По Mn, наоборот, отмечалась обратная зависимость снижения объемов поглощения от третьего варианта опыта ко второму на 24,0 % и первому на 79,3 % – с 50,13 мг/кг до 40,42 и 27,95 мг/кг.

В опытах с яровой пшеницей суммарный объем накопления Cd, Pb, Zn, Cu и Co в растительном организме, выращенном при прямом посеве, равнялся 27,29 мг/кг, на поверхностно обработанном поле – 20,08 мг/кг, или в среднем на 35,9 % меньше, а на вспаханном участке – 18,97 мг/кг, что на 43,8 % ниже значений первого варианта и на 5,8 % – второго. При этом наибольшая отрицательная динамика прослеживалась по Pb – в 2,7-3,0 раза и Cu – на 53,5-65,6 %. Уровень аккумуляции Mn с увеличением глубины и интенсивности рыхления возрастал с 43,92 мг/кг до 47,20 и 69,41 мг/кг, или на 7,5% и 58,0 %.

Аналогичные закономерности наблюдались и в опытах с ячменем. Наиболее интенсивное поступление металлов в биомассу отмечалось при посеве на необработанном участке. Предварительное поверхностное рыхление поля уменьшало объемы абсорбирования Cd в 2,0 раза, Pb – в 1,7 раза, Zn – на 2,5 %, Cu – на 14,7 % и Co – на 17,8 %. При глубокой отвальной вспашке ячмень накапливал в 2,3-2,6 раза меньше высокотоксичного Cd и Pb, чем при первом варианте опыта. По Zn, Cu и Co эта разница составляла в среднем 9,8 %, 11,7 % и 24,6 %. Поглощение Mn с глубинной обработкой повышалось с 30,68 до 46,56 мг/кг, или на 51,7 %.

Повышенное поступление тяжелых металлов в растения, возделываемые на участках прямого посева и поверхностной обработки, обусловлено не только относительно высоким содержанием валовых и подвижных элементов в почве данных вариантов, но и особенностью морфологии и биологии растений. При данных системах обработки формируется отно-

сительно плотный пахотный горизонт, затрудняющий глубокое проникновение корневых систем. Растения образуют мощно развитую мягковатую корневую систему с основной массой корней в верхнем горизонте, насыщенном химическими соединениями, в том числе и привнесенными извне. К тому же градиент сосущей силы таких корней выше, чем у растений, размещенных на рыхлых участках [9, 10].

Сравнение полученных результатов с контрольными параметрами показало, что, несмотря на значительное увеличение объемов поступления тяжелых металлов в биомассу растений при прямом посеве, их абсолютное количество относительно невелико и по большинству элементов не превышает фоновых значений. В опытах с озимой пшеницей выше естественных норм отмечалась только концентрация Pb и Co, причем аккумуляция последнего была значительной и на 79,0 % превышала ПДК. Уровень Pb оказался в 2,3 раза больше нормы, но не выше 26,0 % от ПДК. Однако основная масса этих металлов локализовалась в корневой системе и не могла ухудшить качества продукции. В экспериментах с яровой пшеницей на 24,6 % больше фонового значения оказалась только концентрация Pb, в опытах с ячменем – Pb и Zn соответственно на 32,8 % и 14,5 %, а также Co в 4,0 раза. Но и в этом случае объемы накопления были ниже ПДК.

В вариантах с поверхностной обработкой выше фоновых значений биомасса озимой пшеницы поглощала Pb – на 21,8 %, а Co даже на 3,0 % превышая ПДК. Яровой пшеницы – Co в 3,7 раза, а ячменя – Zn – на 16,3 % и Co – в 3,3 раза.

Глубокая отвальная вспашка позволяет значительно уменьшить абсорбцию Pb. Его концентрация во всех изучаемых растениях не превышала норму. Исключение составлял Co, уровень поступления которого и при вспашке оставался высоким, но в целом не достигал ПДК.

Установлено, что системы обработки почвы практически не влияют на характер локализации элементов в растительных тканях. Они откладывались в соответствии с ранее выявленными закономерностями.

Основная часть поступивших в растения металлов – около 52,2-60,3 % – задерживалась в корневой зоне, в среднем 22,1-38,6 % проникало в стебли и лишь 9,2-17,6 % мигрировало в соцветия. Исключения составляли Zn и Cu, значительное количество которых перемещалось в колос.

Анализ рассчитанных коэффициентов накопления (K_n) показал, что при всех системах обработки наиболее интенсивно в изучаемые растения поступает Zn и Cu с вариацией значений в пределах $K_n = 31,7-79,2$ и $K_n = 14,6-79,3$.

Причем максимальной эффективностью поглощения этих металлов отличается яровая пшеница. Относительно высокие индексы

накопления имеет и $Co - K_n = 1,12-6,92$. При прямом посеве возрастала скорость поступления в растения Cd , Pb и Co , а в фитомассу пшеницы еще и Cu . При вспашке четко прослеживалась закономерность повышения коэффициентов накопления Mn и Zn .

Математический анализ полученных результатов показал, что поступление Cd , Pb , Zn , Co и Mn в растения при прямом посеве культур (без обработки почвы) во многом определяется наличием подвижных форм металлов в пахотном горизонте. Коэффициент корреляции признаков $-r = 0,67-0,99$. Причем более сильная зависимость характерна для Cd и Zn ($r = 0,99$ и $0,91$) и в меньшей степени для Pb и Mn ($r = 0,67$ и $0,70$). При поверхностной обработке высокая степень зависимости сохраняется у $Cd - r = 0,94$ и $Zn - r = 0,82$, средняя $- u Co - r = 0,64$ и появляется сильная зависимость у $Cu - r = 0,94$. Поверхностное рыхление активизирует миграцию этого биогена в фитомассу всех культур. При глубокой обработке корреляционные связи между содержанием подвижных форм металлов в почве и в растениях прослеживались только по Pb и Zn , и то в средней степени ($r = 0,44$ и $0,36$). По остальным металлам, наоборот, выявлена отрицательная зависимость признаков.

Выводы. По результатам исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Прямой посев зерновых культур и мелкая поверхностная обработка почвы ведут к накоплению валовых и подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте (0-30 см), что обуславливает их относительно высокие объемы поступления в биомассу. Проведение глубокой отвальной обработки позволяет в среднем в 1,2-2,7 раза, а по Pb , Cu и Co в 2,5-4,0 раза уменьшить поступление металлов в растение.

2. Уровень аккумуляции тяжелых металлов в почве при всех видах обработки в период исследований не превышал ПДК. Однако на участках прямого посева и поверхностной обработки объемы накопления Pb , Zn и Co , а локально $- Cu$ и Mn были существенно выше фоновых индексов. Глубокая отвальная вспашка снижает концентрацию всех металлов, за исключением Co , до фонового уровня. При всех видах обработки основная масса поступивших в растения элементов локализуется в корневой системе. Zn и Cu могут в относительно больших количествах транспортироваться в колос.

Библиографический список:

1. Давыдова, С. Земельные ресурсы и проблемы экологии / С. Давыдова, Л. Боров // Экология. – 2010. – № 5. – С. 1-5.
2. Троц, В.Б. Аккумуляция тяжелых металлов черноземами Самарского Заволжья / В.Б. Троц, Н.М. Троц // Известия Оренбургского

ГАУ. – 2014. – № 1. – С.141-142.

3. Дмитриева, Э.Я. Самарская область / Э.Я. Дмитриева, П.С. Кобытов. – Самара.– 2001. – С. 8-58.

4. Головатый, В.Г. Методика постановки многофакторных экспериментов для обоснования технологий возделывания культур на землях, загрязненных тяжелыми металлами / В.Г. Головатый, В.Н. Бурцев, Е.А. Котова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 5. – С. 108-113.

5. Ильясов, Р.Г. Методология исследований и экспериментов в агроэкологии при различных типах техногенеза / Р.Г. Ильясов, Р.М. Алексахин, В.И. Фисинин, [и др.]. // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 2. – С. 3-17.

6. Алексеенко, В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. – М.: Логос. – 2000. – С. 11-46.

7. Муравин, Э.А. Практикум по агрохимии / Э.А. Муравин. – М.: КолосС. – 2005. – 288 с.

8. Волкова, Г.В. Практикум по почвоведению с основами агрохимии / Г.В. Волкова. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 144 с.

9. Ахматов, Д.А. Особенности накопления тяжелых металлов зерновыми бобовыми культурами в агроландшафтах Самарского Заволжья / Д.А. Ахматов, В.Б. Троц // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – № 3. – С. 202-203.

10. Троц, В. Б. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур / В.Б. Троц, Д.А. Ахматов, Н.М. Троц // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 2. – С. 14-16.

THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON THE ACCUMULATION OF HEAVY METALS

Trots V.B., doctor of agricultural Sciences, professor

Trots N.M. candidate of biological Sciences, associate professor of the Samara state agricultural Academy

Ahmatov D.A., candidate of biological Sciences, JSC".", Samara, Russia, e-mail: dr.troz@mail.ru

Key words: soil, tillage, plowing, spring wheat, barley, heavy metals, surface treatment, direct seeding.

The paper presents data showing that direct seeding of grain crops and minor surface soil treatment lead to the accumulation of gross and mobile forms of heavy metals in the arable horizon (0-30 cm) deep moldboard treatment can significantly reduce the amount of metals in the plant.