

УДК 504.054:631.5

UDC 504.054: 631,5

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

INFLUENCE OF VARIOUS AGROTECHNOLOGIES ON THE TOTAL CONTENT OF HEAVY METALS IN THE ARABLE LAYER OF BLACK LEACHED SOIL

Сидорова Ирина Ивановна
к. биол. н., доцент

Sidorova Irina Ivanovna
Cand. Biol. Sci., assistant professor

Прядко Ольга Алексеевна
соискатель

Pryadko Olga Alekseevna
Competitor

Есипенко Сергей Владимирович
студент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Esipenko Sergey Vladimirovich
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье представлены результаты исследований по влиянию различных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на валовое содержание меди, цинка, кобальта, кадмия, свинца и марганца в пахотном слое чернозема выщелоченного Западного Предкавказья. Установлено, что интенсификация земледелия не вызывает накопления тяжелых металлов в пахотном слое чернозема выщелоченного

In the article the results of researches of the influence of various technologies of cultivation of agricultural crops on the total content of copper, zinc, cobalt, cadmium, lead and manganese in an arable layer of black leached soil of the Western Ciscaucasia are presented. It is established, that the intensification of agriculture does not cause accumulation of heavy metals in an arable layer of black leached soil

Ключевые слова: МОНИТОРИНГ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ВАЛОВЫЕ ФОРМЫ, ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ

Keywords: MONITORING, HEAVY METALS, CONTENT FORMS, BLACK LEACHED SOIL

Химическое загрязнение биосферы является одной из серьезных проблем нашего времени. Особую тревогу вызывают процессы деградации почвенного покрова, которые среди прочего проявляются в загрязнении почв тяжелыми металлами. Краснодарский край является зоной интенсивного земледелия с широким спектром выращиваемых культур. Получение высоких урожаев возможно только при использовании органических и минеральных удобрений, средств защиты растений от вредителей, болезней. Фосфорные, калийные, органические удобрения, химические средства защиты растений содержат более 20 тяжелых металлов. В таблице 1 приведены данные содержания наиболее опасных тяжелых металлов в некоторых удобрениях [1, С.85-89; 2, С.19].

Загрязнение пахотного слоя почвы тяжелыми металлами (ТМ) ведет к серьезным нарушениям в экосистемах: к накоплению ТМ в растениях,

воздухе, водоемах. В связи с этим изучение вопросов комплексного применения средств химизации в земледелии, влияние их на накопление тяжелых металлов в пахотном слое почвы, разработка экологически обоснованных доз различных удобрений и средств защиты растений для конкретных условий землепользования является весьма актуальным.

Таблица 1 - СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УДОБРЕНИЯХ [1, С. 85-89]

Элементы	Удобрения, мг/кг сухого вещества				
	Азотные	Фосфорные	Калийные	Навоз	Компост
Медь	1 – 15	10 – 17	186,4	28,8	до 1000
Свинец	2 – 27	3 – 5	196,5	14,4	до 750
Кобальт	–	–	–	10,8	До 1000
Никель	–	6,5	–	36,0	–
Цинк	1 – 42	23	182,3	86,4	250
Кадмий	0,3 – 1,3	2,6	0,6	–	до 20
Ртуть	0,3 – 2,9	4,6	0,7	–	–
Марганец	–	60 – 250	–	–	до 3000

Тяжелые металлы токсичны для живых организмов при определенных концентрациях. В таблице 2 представлены значения предельно допустимой концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) изучаемых нами металлов в почве [2, С.19].

Работами ряда агрохимиков-почвоведов показано, что в практической работе требуется ориентировочная экологическая норма (ОДК), которую не рекомендуется нарушать (для большинства пахотно-пригодных почв ОДК составляет от 7 до 10 фоновых значений).

Нормативы ОДК для различных типов почв были разработаны с учетом их физико-химических свойств, в процессах выщелачивания, эрозии, выноса питательных веществ, в том числе и тяжелых металлов, возделываемыми растениями, сорняками.

Таблица 2 – ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК) И ОРИЕНТИРОВОЧНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ОДК) НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОЗДУШНО-СУХОЙ ПОЧВЕ, МГ/КГ [1, С. 85-89]

Катион металла	ПДК, валовое содержание	ОДК (чернозем)
Cd	3,0	20
Mn	1000	-
Cu	50,0	132
Co	50,0	150
Zn	50,0	220
Pb	20,0	130

В таблице 3 представлены данные по выносу некоторых тяжелых металлов с урожаем различных культур [3, С.15].

Таблица 3 - ВЫНОС НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ 1Т УРОЖАЯ ОСНОВНОЙ ПРОДУКЦИИ С СООТВЕТСТВУЮЩИМ КОЛИЧЕСТВОМ ПОБОЧНОЙ

Культура	Элементы, г/т			
	Zn	Cu	Mn	Co
Озимая пшеница	66,9	8,2	37,8	0,1
Кукуруза фуражная	27,6	6,2	93,7	0,2
Кукуруза на семена	55,2	12,4	140,5	0,4

Подсолнечник	87,2	20,2	173,2	0,1
--------------	------	------	-------	-----

Данные исследований направлены на разработку показателей почвенно-экологического мониторинга при сохранении уровня содержания тяжелых металлов в пахотном слое чернозема выщелоченного в пределах ОДК.

Работа проводилась в рамках агроэкологического мониторинга на территории опытного поля учхоза «Кубань» с 1993 г. [4, С.57-58].

За счет внесения минеральных и органических удобрений были созданы различные уровни плодородия почвы (0 – исходный, 1 – средний, 2 – повышенный, 3 – высокий). Впервые одновременно изучалось три основных элемента технологии возделывания сельскохозяйственных культур: норма удобрения (0 – без удобрений, 1 – минимальная, 2 – средняя, 3 – высокая), система защиты растений (0 – без применения средств защиты растений, 1 – биологическая защита от вредителей и болезней, 2 – химическая защита растений от сорняков, 3 – защита растений от вредителей, болезней и сорняков) и способ основной обработки почвы (Д₁ – безотвальный, Д₂ – рекомендуемый отвальный, Д₃ – отвальный с глубоким рыхлением).

При изложении методики исследований для обозначения вариантов использовались индексы: первой цифрой обозначен уровень плодородия почвы, второй – нормы удобрения и третьей – система защиты растений; Д₁, Д₂, Д₃ – способы обработки почвы. Варианты: 000, 111, 222, 333 – базовые.

Почвенные образцы были взяты в апреле 2006 г.

Вытяжки для определения валового содержания ТМ в почвенных пробах готовились по методике ЦИНАО, количественное определение катионов металлов в них проводили атомно-абсорбционным методом (МУ, МСХ РФ от 10.03.92 г.).

Результаты исследований

В таблице 4 представлены результаты анализа почвенных образцов на валовое содержание марганца (II), меди (II), цинка, кобальта (II), кадмия и свинца в пахотном слое (0-20 см) в базовых вариантах при безотвальной обработке почвы (Д₁).

Таблица 4 - ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ (опытное поле КубГАУ, культура – озимая пшеница, 2006 г)

Вариант	Тяжелые металлы, мг/кг					
	Mn	Cu	Zn	Co	Pb	Cd
000	619,7	18,60	60,41	11,51	14,59	0,150
111	487,9	19,24	62,60	10,54	14,24	0,142
222	486,2	18,95	61,29	10,86	13,67	0,125
333	471,4	18,57	55,72	10,44	13,26	0,132
среднее	561,3	18,84	60,01	10,84	13,94	0,137
НСР ₀₅ , %	15	13,96	17,47	5,17	7,65	38
F _ф	21,72	1,7	1,7	0,7	0,33	2,49

Математическая обработка результатов исследований методом однофакторного дисперсионного анализа позволила выявить существенные различия между вариантами опыта только по валовому содержанию марганца. Содержание марганца в контрольном варианте выше в сравнении с вариантами опыта. Уменьшение содержания марганца в почве при внесении удобрений вызвано следующими факторами: органические и минеральные удобрения способствуют увеличению биомассы растений, что повышает биологический вынос соединений марганца. Внесение удобрений вызывает изменение кислотности пахотного слоя и окислительно-восстановительного потенциала, что ведет к трансформации соединений

марганца из малорастворимых (диоксид марганца, гидроксид марганца (IV)), в растворимые соединения марганца (II), которые легко усваиваются растениями, вымываются в подпахотные слои почвы.

Результаты анализа почвенных образцов на содержание тяжелых металлов при рекомендуемом способе обработке почвы (Д₂) представлены в таблице 5.

Таблица 5 - ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ РЕКОМЕНДУЕМОМ СПОСОБЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ (опытное поле КубГАУ, культура – озимая пшеница, 2006 г)

вариант	Тяжелые металлы, мг/кг					
	Mn	Cu	Zn	Co	Pb	Cd
000	560,88	18,56	59,87	11,11	13,45	0,155
111	471,90	18,27	51,80	11,51	13,45	0,150
222	497,68	20,63	56,83	10,97	15,04	0,137
333	446,35	19,60	54,32	9,84	15,23	0,124
среднее	494,20	19,27	55,71	10,86	14,29	0,142
НСР ₀₅ , %	21,57	10,01	17,27	26,32	23,09	68,30

Существенных различий между вариантами опыта не выявлено.

Анализ данных таблицы 5 позволят сделать следующие выводы:

- 1) при рекомендуемом способе обработке почвы увеличивается валовое содержание меди и свинца с повышением уровня плодородия почвы (варианты 222, 333);
- 2) валовое содержание марганца, цинка, кобальта и кадмия снижается при внесении повышенных доз удобрений (варианты 222, 333).

Различное влияние вносимых удобрений на валовое содержание тяжелых металлов обусловлено рядом причин [5, С.82]:

- устойчивость комплексов металлов с гумусом уменьшается в последовательности Cu, Pb > Zn > Cd, - кадмий почти не связывается гумусом;
- адсорбция возрастает в раду: $Cu^{2+} > Pb^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+}$;
- на почвах, богатых соединениями марганца и железа, медь переходит в малоподвижное состояние (соосаждается).

Кроме того, данные таблицы 5 показывает, что вынос цинка и марганца с урожаем озимой пшеницы в несколько раз больше, чем меди и кобальта.

В таблице 6 представлены результаты исследований почвенных образцов на валовое содержание тяжелых металлов при отвальном способе обработке почвы (Д₃).

Таблица 6 - ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ (опытное поле КубГАУ, культура – озимая пшеница, 2006 г)

Вариант	Тяжелые металлы, мг/кг					
	Mn	Cu	Zn	Co	Pb	Cd
000	599,75	18,24	63,88	10,56	15,46	0,169
111	478,10	19,58	63,02	10,51	14,22	0,144
222	489,20	19,10	60,08	10,14	13,74	0,138
333	462,60	19,05	58,95	10,65	13,46	0,111
среднее	507,41	18,99	61,48	10,47	14,22	0,141

Существенных различий между вариантами опыта при отвальной обработке почвы не выявлено. Однако наблюдается тенденция снижения валового содержания марганца, цинка, свинца и кадмия. Содержание свинца уменьшается на 13% в варианте с интенсивной технологией (333).

Отвальный способ обработки почвы увеличивает окислительно-восстановительный потенциал почвы, при этом усиливается процесс нитрификации, увеличивается кислотность пахотного слоя почвы, что приводит к уменьшению устойчивости органно-минеральных комплексов, адсорбции, увеличению содержания подвижных форм соединений тяжелых металлов, которые усваиваются растениями, вымываются в нижние горизонты [6].

Выводы

1. Валовое содержание цинка в пахотном слое (0-20 см) во всех вариантах опыта выше ПДК на 10-20 %, что, вероятно, обусловлено повышенным содержанием цинка в материнских породах. Однако экологической опасности повышенное содержание цинка не представляет, так как оно значительно ниже ОДК для черноземов. Внесение удобрений не вызывает его накопления при всех способах обработки почвы, более того, наблюдается тенденция к снижению содержания цинка в вариантах 222, 333.

2. Валовое содержание марганца на контроле выше в сравнении с вариантами при внесении удобрений, что обусловлено более высоким биологическим выносом его растениями при повышении плодородия почвы.

3. Валовое содержание меди, кобальта и кадмия практически не изменяется при внесении удобрений и различных способах обработки почвы, содержание их остается значительно ниже ПДК.

4. Валовое содержание свинца при внесении удобрений незначительно увеличивается (\approx на 7-10 %) при рекомендуемой обработке (Д₂), а при отвальной и безотвальной обработках снижается (\approx на 10-20 %). Интенсификация земледелия не вызывает накопления соединений свинца в пахотном слое чернозема выщелоченного, валовое содержание свинца ниже ПДК.

Литература

1. Потатаева Ю.А., Сидоренкова Н.К., Прищеп Е.Г. Агроэкологическое значение примесей тяжелых металлов и токсичных элементов в удобрениях. // Агрохимия, 2002. № 1. С.85-95.
2. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-на-Дону, Изд-во «СКНЦ ВШ», 2000. С.19
3. Корсунова М.И. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов на Кубани. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Краснодар, 2002. С. 15
4. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края / под. ред. акад. И.Т. Трубилина, Н.Г. Малюги / Краснодар, 1997. В.1. С.57-68
5. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах. Под ред. Н.Г. Зырина. М.: МГУ, 1985.
6. Орлов Д.С. Химия почв. М.: ВШ, 1985.