

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО
ПАХОТНОМУ ГОРИЗОНТУ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ**

*Ерофеев С.Е., кандидат сельскохозяйственных культур,
доцент*

*Бирюкова Г.А., студентка 5-го курса
агрономического факультета
ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия»*

Ключевые слова: системы обработки почвы, тяжелые металлы, севооборот, токсиканты.

Введение. Одной из основных задач современной агроэкологии является разработка стратегий реабилитации почв, загрязненных различными токсическими веществами. Тяжелые металлы (ТМ) являются распространенными загрязнителями агроэкосистем, испытавших на себе применение различных промышленных отходов, использовавшихся в качестве нетрадиционных удобрений и мелиорантов.

Разработка подобных стратегий должна основываться на глубоком знании химических, физико-химических и биологических процессов, протекающих в почвах, подвергшихся загрязнению. Металлы-токсиканты, поступая в почву с различными источниками и различными путями, вступают в реакции, адсорбируются почвенными коллоидами, образуют труднорастворимые соединения со свободными анионами, инкорпорируются окклюдирующими полуторными оксидами железа и марганца, поглощаются микроорганизмами и растениями. Большая часть тяжелых металлов закрепляется в верхнем гумусовом горизонте почв, но в гумидном климате при промывном режиме почв определенная их доля выносится в нижележащие горизонты, ак-

кумуляция в иллювиальном, а в элювиальных почвах может выноситься за пределы почвенного профиля в грунтовые воды. Одной из мер предупреждения выноса ТМ в грунтовые воды и снижения их доступности для растений является постоянный контроль за их содержанием, правильное использование нетрадиционных источников удобрений, применение различных систем обработки почвы отвечающих конкретным агроклиматическим условиям и т.д.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в учебно-опытном хозяйстве ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА», расположенном на территории Чердаклинского района Ульяновской области, которая представляет типичную лесостепь.

Изучение систем основной обработки почвы проводилось на базе стационарного опыта кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии в 6-ти польном полевом зернопаротравяном севообороте: пар сидеральный – озимая пшеница – многолетние травы – яровая пшеница – горох – овес. Схема опыта включала четыре системы основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы:

- 1-й вариант (отвальная обработка) - послеуборочная обработка БДМ 3х4 на 8...10 см и основная обработка плугом ПЛН-4-35 на 20...22 см;

- 2-й вариант (поверхностная БДМ 3х4) - послеуборочная поверхностная обработка БДМ 3х4 на 8...10 см и основная обработка БДМ 3х4 на 12...15 см;

- 3-й вариант (комбинированная в севообороте) - послеуборочная поверхностная обработка БДМ 3х4 на 8...10 см и основная обработка БДМ 3х4 на 12...15 см (отвальная обработка под предшественник);

- 4-й вариант (поверхностная КПШ-5+БИГ-3) - послеуборочная двукратная обработка комбинированным агрегатом КПШ-5+БИГ-3 с интервалом в 10...15 дней: первая на глубину 8...10 см, вторая на глубину 10...12 см.

Полевой опыт заложен в трехкратной повторности, се-

вооборот освоен в 1988 году. Посевная площадь делянки 350 м², учетная – 280 м², расположение делянок систематическое. Технология предусматривала минимальный уровень использования минеральных удобрений (30-40 кг/га д.в.). В качестве органического удобрения в почву заделывали сидерат, пожнивнокорневые остатки и солому всех зерновых культур севооборота. Химические средства защиты растений не применялись.

Исследования включали наблюдения за изменениями параметров агрофизического состояния почвы, содержания тяжелых металлов в пахотном слое.

Учеты, наблюдения и анализы в полевых опытах проводились по общепринятым методикам.

Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов [1].

Опытное поле Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии расположено на территории Чердаклинского района Ульяновской области, относящейся к левобережному Приволжскому агропочвенному району, расположенному на надпойменной террасе р. Волги. Основными почвообразующими породами являются древнеаллювиальные отложения в виде разнообразных суглинистых осадков. Землепользование по рельефу характеризуется слабоволнистой равниной с высотой над уровнем моря 45...50 м. Линейные и блюдцеобразные понижения являются характерной чертой агроландшафта. Расчлененность оврагами, балками слабая (0,2-0,5 км на квадратный километр). Разнообразие рельефа местности требует регулирования снеготаяния, водозадержания, соответствующего направления обработки почвы, защиты почвы от водной эрозии.

В почвенно-климатическом отношении опытное поле УГСХА относится к лесостепной зоне. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу.

Исходное содержание гумуса на опытном поле составляло 4,91...5,28%, обеспеченность подвижным фосфором (по

Чирикову) очень высокая (21.4 мг/100 г), калием – высокая (13.3 мг/100 г), рН солевой 6.3...6.7 (1987). Сумма поглощенных оснований в верхнем горизонте составляет 28,8...39,0 мг-эквивалент на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями достигает 94,2...98,2%.

Средняя дата готовности почвы к проведению весенних полевых работ – 21 апреля. Грунтовые воды располагаются на глубине 12-15 метров, а водоносный слой на глубине 35-55 метров и не оказывают влияния на формирование урожайности сельскохозяйственных культур.

В целом чернозем выщелоченный на опытном поле Ульяновской ГСХА характеризуется достаточно высоким уровнем плодородия. Урожаи зерновых в учхозе УГСХА на больших площадях достигают 35...45 ц/га. Однако наблюдается значительная неустойчивость урожайности зерновых и других культур, что, прежде всего, объясняется особенностями гидротермических условий, складывающихся в отдельные годы.

Результаты исследований и их обсуждение. В связи с все увеличивающимся процессом загрязнения биосферы тяжелыми металлами важное значение приобретает мониторинг их содержания, познание закономерностей распределения и проведения в природных средах. Особенно это касается почвенного покрова, так как почвы являются природными накопителями тяжелых металлов в окружающей среде и основным источником загрязнения сопредельных сред, включая высшие растения, что приводит к накоплению тяжелых металлов по пищевой цепочке, и тяжелым заболеваниям человека и животных [2, 3, 4].

Характер профильного распределения тяжелых металлов в естественных и техногенных ландшафтах существенно различается. При этом для техногенных территорий характерно накопление металлов в гумусовом горизонте и резкое снижение их содержания в нижележащих слоях. В целом на характер перераспределения тяжелых металлов в профиле почв оказывает влияние комплекс почвенных факторов: гранулометриче-

ский состав, реакция среды, содержание органического вещества и катионнообменная способность и т.д.

Системы основной обработки в связи с разным характером воздействия на почву могут также оказать заметное влияние на перераспределение тяжелых металлов по почвенному профилю, способствуя тем самым или повышению, или снижению поступления их в растительную продукцию (табл. 4).

Определение содержания тяжелых металлов в пахотном слое в зависимости от систем основной обработки показало, что валовое количество их в черноземе выщелоченном ни по одному элементу не превышает предельно-допустимые концентрации в почвах.

Таблица 4 - Содержание валовых форм тяжелых металлов в черноземе выщелоченном в зависимости от систем основной обработки почвы, мг/кг

Основная обработка	Слой почвы, см	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	Hg	As
Отвальная	0-10	22,6	8,1	7,6	0,9	12,0	6,2	0,024	0,10
	10-20	23,3	7,4	6,2	0,7	13,0	7,0	0,035	0,11
	20-30	18,9	7,2	6,2	0,5	10,5	5,2	0,021	0,10
Поверхностная БДМ 3х4	0-10	23,1	8,7	7,7	0,9	12,7	6,7	0,030	0,12
	10-20	21,8	7,4	6,0	0,6	11,8	6,0	0,023	0,09
	20-30	18,8	6,8	6,0	0,5	10,4	5,1	0,021	0,09
Комбинированная в севообороте	0-10	22,7	7,9	6,9	0,7	11,2	5,7	0,029	0,09
	10-20	19,0	8,1	6,8	0,8	11,0	5,5	0,023	0,10
	20-30	16,7	6,8	5,9	0,4	10,1	5,1	0,021	0,09
Поверхностная КПШ-5 + БИГ-3А	0-10	23,0	8,5	7,3	0,7	12,9	6,8	0,025	0,10
	10-20	18,5	6,2	5,3	0,5	10,8	5,3	0,021	0,10
	20-30	16,4	6,6	5,8	0,4	10,3	5,1	0,020	0,09
НСР ₀₅	0-10	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,002	0,02
	10-20	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,002	0,02
	20-30	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,001	0,02
ПДК		100	55	30	5,0	85	805	2,1	2,0

Однако, судя по показателю ПДЭН (предельно-допустимая экологическая нагрузка) наиболее напряженная обстановка в Ульяновской области сложилась с кадмием. Известно, что кадмий обладает мутагенным и канцерогенным свойствами и представляет генетическую опасность. Содержание кадмия в почве на уровне 5 мг/кг наполовину снижает продуктивность сельскохозяйственных культур.

В почве опытного поля на черноземе выщелоченном содержание кадмия колеблется от 0,4 до 0,9 мг/кг и по экологическим показателям оценивается как высокое.

Кроме того, следует отметить очень высокую подвижность кадмия в почве: если содержание подвижных форм остальных элементов не превышает 8-14,5% от общего количества, то по кадмию оно составляет 40-56% (табл.5).

Таблица 5 - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в черноземе выщелоченном в зависимости от систем основной обработки, мг/кг

Основная обработка	Слой почвы, см	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Отвальная	0-10	2,7	1,0	0,9	0,4	1,1	0,6
	10-20	3,0	1,0	0,9	0,3	1,1	0,6
	20-30	2,3	0,9	0,8	0,2	1,0	0,5
Поверхностная БДМ 3x4	0-10	2,9	1,0	0,9	0,4	1,2	0,6
	10-20	2,6	1,0	0,9	0,3	1,1	0,6
	20-30	2,2	0,9	0,8	0,3	1,0	0,5
Комбинированная в севообороте	0-10	2,8	1,0	0,9	0,3	1,1	0,6
	10-20	2,3	1,0	0,9	0,4	1,1	0,6
	20-30	2,0	0,9	0,8	0,2	1,0	0,5
Поверхностная КПШ-5 + БИГ-ЗА	0-10	2,9	1,0	0,9	0,3	1,2	0,6
	10-20	2,1	0,9	0,8	0,22	1,0	0,5
	20-30	2,0	0,9	0,8	0,2	1,0	0,5
НСР ₀₅	0-10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11
	10-20	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	20-30	0,1	0,1	0,1	0,2	0,12	0,14
ПДК		23	3	6	1	4	6

Последнее обуславливает необходимость обязательного контроля растениеводческой продукции в наших условиях на содержание в ней кадмия.

Из данных таблицы видно, что выпадающие на поверхность почвы тяжелые металлы аккумулируются в верхнем десятисантиметровом слое. С увеличением глубины содержание их снижается, а на глубине 30 см выходит на фоновый уровень и имеет минимальные значения.

При этом по поверхностному фону наблюдается большее накопление всех элементов в верхнем слое, тогда как по отвальной обработке происходит более равномерное снижение с глубиной, или некоторое увеличение в слое 10-20 см (Zn, Ni, Cr, Hg).

Как уже отмечалось выше, подвижность цинка, меди, свинца, никеля и хрома в черноземе выщелоченном невысокая. По-видимому, это связано с тем, что почва имеет реакцию среды близкую к нейтральной или нейтральную, в условиях которой они слабоподвижны. Системы обработки почвы мало влияют на подвижность тяжелых металлов. Тем не менее, небольшой сдвиг pH почвенного раствора в сторону подкисления по поверхностному фону может привести к увеличению поступления наиболее подвижных элементов (Cd) в растениеводческую продукцию, что и наблюдается на самом деле.

Заключение. Изучение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в черноземе выщелоченном в зависимости от систем основной обработки почвы показало:

-наибольшая концентрация тяжелых металлов происходит в верхнем десятисантиметровом слое почвы, что свидетельствует о значительном их антропогенном поступлении;

-валовое содержание тяжелых металлов в черноземе выщелоченном не превышает их предельно-допустимые концентрации в почве. Однако содержание кадмия по показателю ПДЭН оценивается как высокое, что предполагает необходи-

мость обязательного контроля растениеводческой продукции по этому элементу;

-подвижность большинства тяжелых металлов в черно-земе выщелоченном находится в пределах 8-14,5% от валового их содержания, кроме кадмия. 40-56% кадмия находится в подвижной, и, следовательно, в более доступной форме;

-по отвальной системе обработки почвы наблюдается равномерное распределение тяжелых металлов по пахотному слою. По второму и четвертому вариантам происходит более резкое снижение их в нижнем слое пахотного горизонта.

Система обработки почвы может стать действенным средством снижения поступления тяжелых металлов в продукцию сельскохозяйственных культур. Отвальная обработка способствует снижению поступления тяжелых металлов в продукцию растениеводства, тогда как поверхностные обработки приводят к увеличению содержания в зерне таких металлов как Zn, Cu, Ni, Cr из-за накопления их в верхнем корнеобитаемом слое.

Библиографический список:

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях/ Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

3. Алексеев, Ю.В. Загрязнение почвы и продукции растениеводства тяжелыми металлами при использовании органических удобрений из осадков сточных вод/ Ю.В. Алексеев, Т.И. Аллилуева // Влияние химизации земледелия на содержание тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства: Сб. науч. тр. под ред. Л.М. Державина. – М.: ЦИНАО, 1988. – С. 28–32.

4. Соколов, О.А. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды/ О.А. Соколов, В.А. Черников. – Пушино, 1999. – 163 с.