

УДК 631.41:631.8

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПРИМЕНЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ

Т.Д. Джаланкузов, Г.Д. Исенова, Г.Т. Жаманбаева

*ТОО «Казахский научно – исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова», 050060, Казахстан, Алматы, Академгородок, пр-т Аль-Фараби,
75в, E-mail: saparov@nursat.kz*

В работе освещены динамика тяжелых металлов и вопросы загрязненности почв в связи с применением удобрений и пестицидов.

ВВЕДЕНИЕ

Накопление тяжелых металлов в почве приводит к повышению концентрации их в растениях, что влияет на здоровье населения. Кроме того, при значительных накоплениях этих металлов снижается плодородие почв вплоть до полной его потери.

Загрязнение почв идет несколькими путями. Их можно отнести к техническим – это промышленные выбросы, продукты сгорания топлива, средства химизации сельского хозяйства, сточные воды.

Даже применение удобрений несет опасность загрязнения почв. Применение суперфосфата чревато загрязнением почв фтором и кадмием. Однако наибольшие опасения вызывает применение гербицидов, содержащих наиболее мобильные формы токсичных элементов, которые мигрируют в дальнейшем по профилю почвы, легко переносятся поверхностным и внутрипочвенным стоком, загрязняют грунтовые воды и открытые водоемы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были черноземы обыкновенные и южные Костанайской области, находящиеся в целинном и пахотном состоянии, на территории Костанайского научно-исследовательского института сельского хозяйства и Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции. Исследования проводились маршрутно-ключевым и стационарным методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка загрязненности почв проводится обычно путем сопоставления содержания загрязняющих элементов и веществ в изучаемых почвах с их фоновым содержанием с одной стороны, и их предельно-допустимым содержанием (ПДК) с другой стороны.

Вопрос оценки загрязненности почв на основе сопоставления с фоновым содержанием весьма не прост по нескольким причинам.

Во-первых, опасные химические элементы, загрязняющие почвы – токсиканты (Hg, Cd, Pb, As, Se и др.) и микроэлементы (Mo, Mn, Cu, Co, Sr, Ba, Zn, Ni и др.) поступают из естественных и антропогенных источников, а задачи оценки загрязненности требуют учета доли лишь антропогенной составляющей.

Во-вторых, указанные элементы являются природными компонентами почв, содержание которых обусловлено составом почвообразующих пород и характером почвообразовательных процессов, причем их содержание в пахотном слое в большей степени обусловлено характером пород, чем чисто почвенными факторами (типом почв). На уровень содержания микроэлементов оказывает влияние и механический состав почв.

В-третьих, в связи с непрерывно продолжающимся поступлением химических элементов в почвы в силу антропогенных процессов, вопрос их фонового содержания можно рассматривать лишь

условно, понимая под этим суммарный фон, имеющий природную и антропогенную составляющую.

Различают прямое и косвенное загрязнение. К прямым относят загрязнения:

- отходами промышленных производств, свалками, очистными шлаками, а также отдельными, особо опасными, образцами бытовых или промышленных отходов – например, отработанными аккумуляторами, батарейками и др.;

- пестицидами и химикатами в результате широкого и, недостаточно контролируемого и экологически необоснованного их применения в сельском хозяйстве;

- различными токсичными продуктами в результате аварий на транспорте и др.

К косвенным относят загрязнения, обусловленные переносом загрязнений из других сред в почву, в частности:

- с атмосферными осадками и выпадениями в почву попадают тяжелые металлы, кислотные (щелочные) агенты и др., содержащиеся в воздухе в растворенном или взвешенном состоянии;

- с талыми, поверхностными и грунтовыми водами в почву попадают и разносятся загрязнения, содержащиеся на поверхности территорий техногенных зон, автодорог и т.д.

Изучение содержания тяжелых металлов в почве и их трансформация представляет собой особое экологическое и биологическое значение. Судьба этих элементов, попадающих в почву, зависит от химических и физических свойств. Поэтому огромный интерес представляет прогноз их изменений при длительной сельскохозяйственной обработке черноземов. Исследования показали, что тяжелые металлы варьируют в черноземах в широких пределах (таблица 1).

Были проведены исследования по прямому загрязнению почв пестицидами и химикатами в результате широкого, недостаточно контролируемого и экологически необоснованного их применения в сельском хозяйстве (таблицы 2, 3).

Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве – это масштабный и трудно контролируемый процесс, приводящий к значительному превышению вносимых удобрений над требуемым, для восполнения их естественной убыли. В результате возникает опасность ухудшения качества продуктов питания и загрязнения, сопряженных с почвой атмосферы и природных вод избытков агрохимикатов.

Избыточный азот накапливается в основном в форме нитратов. Так как в этой форме азот почвой не сорбируется, он легко вымывается из почвы, переходит в грунтовые воды и близлежащие водоемы. Помимо отрицательного воздействия на рост растений, наличие избыточного азота и его вымывание приводит к тому, что также сильно вымывается калий, в меньшей степени – фосфор.

Вместе с тем, негативные последствия для окружающей среды и для людей возможны и при использовании, казалось бы «экологически чистых» органических удобрений. В связи с возрастанием масштабов применения органических удобрений, при их попадании с полей в водоемы, в последних создаются условия, благоприятные для размножения патогенных бактерий, грибов. Например, размножение в водоеме почвенной амобы может приводить к заболеваниям людей менингоэнцефалитом при купании.

Помимо минеральных удобрений к средствам интенсивной химизации сельскохозяйственного производства относятся пестициды. В настоящее вре-

Таблица 1 – Содержание подвижных микроэлементов в черноземах южных и обыкновенных Северного Казахстана (п. Талапкер, п. Карабалык, мг/кг)

Варианты опыта	Глубина взятия образцов, см	Zn мг/кг	Cu мг/кг	Pb мг/кг	Cd мг/кг	Mn мг/кг	Fe мг/кг	Co мг/кг
чернозем южный пашня (Талапкер)	0-10	0,7	0,5	5,1	0,2	57,6	2,5	3,5
	10-20	0,6	0,3	7,7	0,3	40,3	4,1	1,9
	20-30	0,3	0,5	7,6	0,2	37,5	5,4	2,4
	30-40	0,3	0,5	5,1	0,5	21,1	3,2	2,3
	40-50	1,9	0,8	7,2	0,5	35,7	4,3	5,8
	50-60	1,2	0,8	7,7	0,8	39,4	2,3	5,5
	60-70	1,6	0,8	7,7	0,5	46,2	9,8	3,7
	70-80	1,0	1,1	5,1	0,8	49,0	8,2	3,4
	80-90	1,3	1,3	11,8	0,8	52,1	10,7	4,2
	90-100	1,5	1,8	11,6	0,8	55,0	14,2	6,4
чернозем южный целина (Талапкер)	0-10	1,2	0,2	11,3	0,7	67,2	12,3	2,3
	10-20	0,4	1,3	6,1	0,4	57,2	16,3	1,6
	20-30	1,6	1,1	5,6	0,6	38,2	14,2	1,1
	30-40	1,2	0,9	7,7	1,0	31,3	9,6	1,6
	40-50	1,9	1,4	8,7	1,0	42,7	13,7	1,9
	50-60	0,5	1,4	9,8	1,0	43,1	15,1	3,1
	60-70	0,7	1,4	13,4	1,0	45,7	12,8	3,8
	70-80	1,0	0,8	13,4	1,0	49,0	15,1	5,1
	80-90	0,8	0,8	11,3	1,0	57,4	18,9	6,2
	90-100	1,0	1,0	13,9	0,8	58,6	18,7	5,1
чернозем обыкновенный пашня (Карабалык)	0-10	92,0	43,2	28,4	1,6	396,4	2188,00	24,4
	10-20	89,6	28,4	38,4	1,2	390,0	21736,0	23,2
	20-30	84,0	24,4	35,6	1,2	378,0	21048,0	21,2
	30-40	90,0	23,6	35,6	1,2	390,0	23336,0	26,4
	40-50	96,8	23,2	39,6	1,6	353,0	20984,0	24,8
	50-60	88,4	21,6	38,4	1,2	363,6	20504,0	29,6
	60-70	83,6	20,8	42,8	1,6	356,4	19768,0	23,6
	70-80	94,4	21,2	42,8	1,6	335,2	19040,0	25,2
	80-90	78,8	18,8	50,0	2,0	346,8	20608,0	26,4
	90-100	77,2	20,4	44,0	2,0	331,2	20520,0	26,8
чернозем обыкновенный целина (Карабалык)	0-10	106,0	25,4	50,0	1,6	428,4	19800,0	27,2
	10-20	86,8	22,0	41,2	1,2	376,8	20088,0	23,6
	20-30	90,0	23,2	50,0	1,2	380,8	21512,0	26,8
	30-40	91,6	24,8	42,8	1,6	370,4	21808,0	25,2
	40-50	88,0	24,0	43,6	2,0	364,0	22192,0	25,2
	50-60	83,2	23,6	40,4	2,0	349,2	20800,0	18,4
	60-70	86,0	22,0	41,6	1,6	324,8	19624,0	14,0
	70-80	77,2	20,0	43,2	2,4	318,0	19632,0	15,6
	80-90	70,4	20,8	42,0	2,8	316,4	19160,0	17,6
	90-100	74,8	20,4	43,6	2,4	324,0	18504,0	18,4

Таблица 2 – Результаты определения остаточных количеств гербицида в обыкновенных черноземах Костанайской области

Варианты	Норма расхода, л/га	Культура	Почва	Содержание микроколичеств, мг/кг
Раундап экстра, 54% в.р. (глифосат, 540 г/л)	0,7	пшеница, просо	I-срок, чернозем обыкновенный, целина	не обн.
		пшеница, просо	I-срок, чернозем обыкновенный, пашня	не обн.
Раундап экстра, 54% в.р. (глифосат, 540 г/л)	0,7	пшеница, просо	II-срок, чернозем обыкновенный, целина	не обн.
		пшеница, просо	II-срок, чернозем обыкновенный, пашня	не обн.

Таблица 3 - Результаты определения остаточных количеств гербицидов южных черноземах Костанайской области

Варианты	Норма расхода, л/га	Культура	Почва	Содержание микроколичеств, мг/кг
Раундап экстра, 54% в.р. (глифосат, 540 г/л)	0,7	яровая пшеница	I-срок, чернозем южный целина	не обн.
			I-срок, чернозем южный пашня	не обн.
Раундап экстра, 54% в.р. (глифосат, 540 г/л)	0,7	яровая пшеница	II-срок, чернозем южный целина	не обн.
			II-срок, чернозем южный пашня	не обн.

мья человеком используется свыше 400 наименований пестицидов, но ПДК определены лишь для 30-ти.

Наиболее устойчивыми к разложению в условиях почвы являются хлорорганические пестициды. Они обладают и наиболее выраженными кумулятивными свойствами, т.е. способны накапливаться в тканях растений и животных, передаваться по пищевым цепям.

При обработке посевов пестицидами основная часть остается на поверхности почвы и растений. Пестициды адсорбируются органическим веществом и минеральными коллоидами почв. Есть данные, что гумусовые вещества адсорбируют до 80 % пестицидов. Избытки пестицидов мигрируют, попадая в грунтовые воды. Накапливаясь в почве и распространяясь с грунтовыми водами, пестициды могут передаваться по цепям питания и вызывать заболевания людей и животных.

Применение минеральных удобрений и пестицидов рассматривается некоторыми учеными как намеренное загрязнение почвы, приводящее к различным экологическим проблемам.

Охрана почв от избытка удобрений и пестицидов имеет ряд общих организационных мер. К ним относятся разработка новых длительно действующих гранулированных форм удобрений; применение комплексных форм химикатов; использование рациональной технологии внесения, создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений и уменьшение доз их внесения в почву; соблюдения правил хранения и транспортировки и т.д.

В настоящее время для защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов широко применяются пестициды, которые предотвращают снижения потерь урожая.

В целом в сельском хозяйстве Казахстана применяется около 250 наименований химических средств [1].

Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, как средство борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, в большей или меньшей степени ядовиты для животных и человека. Широкое их применение оказывает всевозрастающее влияние не только на растения, но и на все живое население Земли. Примечательно, что лишь небольшая доза пестицидов достигает организмов, действительно подлежащих уничтожению. Значительная же их часть отрицательно действует на полезные организмы, в том числе обитающие в почвах. Ядохимикаты влияют на микрофлору и микрофауну почвы, вызывают заметные сдвиги в биохимических и микробиологических процессах, сопровождающихся повышенным образованием и выделением углекислого газа, аммиака, аминокислот и других продуктов метаболизма. При этом изменяется ход и интенсивность процессов распада органических веществ почвы - клетчатки, белка, сахаров.

Разложение пестицидов после их применения происходит под воздействием почвенной влаги, в результате диффузии с почвенным воздухом, в процессах сорбции и десорбции, миграции растворов, эмульсий, суспензий. Применение ядохимикатов и длительность их сохранения в почве зависят как от химического состава почв, так и от природы самих препаратов. Некоторые ядохимикаты претерпевают различные химические превращения, переходят в другие соединения, иногда более токсичные, чем исходные.

Управлять процессами разложения пестицидов в почве можно лишь при длительном знании ее свойств и факторов, определяющих эти процессы. Поэтому

меры защиты почв от накопления ядохимикатов основываются на детальном изучении свойств почв и поведения токсикантов, их биологической активности, погодно-климатических, агротехнических условий. Для каждой почвенно-климатической зоны страны должны разрабатываться свои рекомендации по применению и обезвреживанию пестицидов в сельскохозяйственных угодьях с учетом остаточного токсического действия и длительности сохранения их в почве.

Частично судьбу пестицидов в почве удается регулировать агротехническими приемами - обработкой, применением орошения и удобрений, выбором сорта и культуры, способом внесения токсикантов, его глубиной, сроком. В посевах пропашных культур и на паровых участках вследствие лучшей аэрации детоксикация пестицидов, по-видимому, происходит более интенсивно, чем в посевах зерновых. Здесь же необходимо отметить, что корне- и клубнеплоды поглощают и выносят ядохимикаты в больших количествах, нежели другие культуры.

Рекомендовано в ряде случаев заменять сплошную обработку посевов ленточной, которая не уступает первой по эффективности. Приняты меры ответственности за строгим соблюдением правил хранения и расходования ядохимикатов в сельском и лесном хозяйствах страны.

Однако почва — не единственный объект ландшафта, где концентрируются пестициды. Они фиксируются в грунтовых водах, родниках, открытых водоемах, накапливаются практически во всех живых организмах, растениях, наземных животных, птицах, насекомых в фауне водных объектов. Стала закономерностью их постоянная миграция по цепям питания организмов, включая человека.

Система использования сельскохозяйственных угодий должна быть направ-

лена на полную и скорейшую детоксикацию всех биоцидов, поступивших в почвы. Микробиологическое разложение биоцидов - главный путь детоксикации почв, а всякая активизация микробиологической деятельности содействует исчезновению ядохимикатов из почв.

Сегодня вряд ли можно полностью отказаться от применения ядохимикатов. Рациональное использование пестицидов должно осуществляться путем снижения норм расхода препаратов, оптимизации сроков и способов применения, подбора препаратов, наиболее безвредных для среды и человека, сокращения обработок на основе учета экологических и экономических порогов вредности фитофагов.

Для оценки соответствия содержания остаточных количеств действующего вещества гербицида, раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат, 540 г/л) в почве согласно действующим гигиеническим нормативам определены остаточные количества действующего вещества гербицида в пробах, отобранных согласно «Акту отбора проб». Пробы отбирались и хранились согласно «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» № 2051-79 (№ 6.01.001.97 г.) утвержденным Главным санитарным врачом РК [2].

Испытание раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат, 540 г/л) проводилось научными сотрудниками ТОО «Карабалыкская СХОС» на севере Республики Казахстан.

Действующим веществом раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат, 540 г/л) является глифосат. Эмпирическая формула глифосата – $C_3H_8NO_5P$, молекулярная масса - 169,1.

Определение действующего вещества раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат,

540 г/л) в почве проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе «Ажилент», с ультрафиолетовым детектором. Условия хроматографирования: колонка стальная, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм. Температура колонки 25°C, подвижная фаза - ацетонитрил/вода (25/75 по объему), рабочая длина волны 254 нм. Чувствительность - 0,005 ед. абсорбции на шкалу. Объем вводимой аликвоты стандартного и анализируемого раствора 20 мкл. Диапазон определяемой концентрации 2-20 нг [3,4].

Стандартные растворы действующего вещества раундап – экстра, 54 % в.р. (глифосат 540 г/л) были представлены фирмой «Лезарт» с гарантией соответствия ГОСТу.

Данные таблицы 3 показывают, что при использовании гербицида раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат, 540 г/л) с нормой расхода - 0,7 л/га против сорных растений на целине, пашне остаточные количества действующего вещества в обыкновенных черноземах не обнаружены. Это означает, что при обработке гербицидом раундап с 54 % действующим веществом глифосат при норме расхода 0,7 л/га в обыкновенных черноземах Костанайской области к периоду уборки урожая разлагается до нуля, одновременно оказывая биологический эффект против сорных растений на посевах пшеницы и просо.

В условиях п. Талапкер Костанайской области при использовании раундап экстра, 54 % в.р. (глифосат, 540 г/л) на посевах яровой пшеницы наблюдалось, что остаточные количества препарата в южных тяжелосуглинистых черноземах не обнаружены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение минеральных удобрений и пестицидов в черноземной зоне Северного Казахстана может вызвать

негативные последствия вследствие несоблюдения норм внесения удобрений; неукоснительно соблюдать рекомендации по применению пестицидов в сельскохозяйственных угодьях.

Исследования показали, что приме-

нение гербицидов против сорных растений на посевах пшеницы и проса к концу вегетации, перед уборкой полностью разлагаются и не представляют опасности для окружающей среды и урожая сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Справочник пестицидов (ядохимикатов), разрешенных к применению на территории Республики Казахстан. 2009 г. С. 179-182.
2. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов. №2051-79. С. 57-59.
3. Банкина Т.А., Петров М.Ю., Петрова Т.М., Банкин М.П. Хроматография в агроэкологии. Санкт-Петербург. 2002. 587 с.
4. Долженко В.И. Сборник методических указаний по определению микроколичеств пестицидов в растениях, продуктах их переработки, почве и воде. Санкт-Петербург. 2002. 90 с.

ТҮЙІН

Мақалада ауыр металдардың динамикасы және тыңайтқыштар мен пестицидтерді қолдану барысында топырақтың ластануы сипатталған.

SUMMARY

In work dynamics of heavy metals and questions of impurity of soils in connection with application of fertilizers and pesticides are shined.