и селекции травянистых растений на Урале : сб. науч. ст. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2008. Вып. 2. С. 238–251.

5. *Третьякова А. С., Мухин В. А.* Синантропная флора Среднего Урала. Екатеринбург : Изд-во «Екатеринбург», 2001. 148 с.

6. *Грюнер Н. М.* Систематический список сосудистых растений Висимского заповедника и прилежащих к нему территорий южнотаежного Среднего Урала // Популяционные и биогеоценотические исследования в горных темнохвойных лесах Среднего Урала. Свердловск, 1977. С. 52–137.

7. *Толмачев А. И.* Богатство флор как объект сравнительного изучения // Вестник ЛГУ. Биология, 1970. Вып. 2, № 9. С. 78–81.

**М. И. Лунёв, Г. С. Трунова,
С. А. Шафаревич, А. П. Баранов**

ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, Москва, Россия

Стойкие органические пестициды и проблемы загрязнения почв

Цель и методика исследований. Применение пестицидов в сельскохозяйственном производстве и других хозяйственных сферах создает ряд эколого-токсикологических и организационно-хозяйственных проблем, из которых прежде всего следует выделить такие проблемы, как: 1) сохранение, миграция и накопление остаточных количеств пестицидных препаратов в окружающей среде, продуктах питания и кормах; 2) сохранение, утилизация и ликвидация запасов устаревших пестицидов.

По различным оценкам, на территории Российской Федерации в настоящее время сосредоточено более 20 тыс. т пришедших в негодность пестицидов и агрохимикатов. Пестициды, относящиеся к группе стойких органических загрязнителей (СОЗ-пестициды), в том числе и преимущественно ДДТ, а также ГХЦГ, составляют 10–15 % от всех хранящихся на территории России идентифицированных устаревших пестицидов. При этом, однако,

отмечается, что до 50 % от общих запасов устаревших пестицидов составляют неизвестные препараты и смеси, в которых также могут присутствовать СОЗ-пестициды. Потенциальная и реальная эколого-токсикологическая опасность таких пестицидов остается достаточно высокой.

Результаты исследований. Решение проблемы устаревших препаратов предполагает проведение целого комплекса мероприятий, в ходе которых устанавливается статус и состояние таких пестицидов и определяется последующий порядок действий с ними. Как правило, эти вопросы решаются в ходе инвентаризации мест хранения пестицидов, которые можно отнести к категории устаревших.

Устаревшие пестициды можно разбить на две категории: 1) устаревшие физически; 2) устаревшие юридически. К первой категории относятся препараты, которые разрешены к применению, но их качество и состояние претерпели (или могли претерпеть) изменения в связи с истечением сроков реализации, нарушением режима хранения и (или) сохранности упаковки. Вторую категорию образуют препараты, применение которых в сельскохозяйственном производстве или другой отрасли народного хозяйства запрещено в законодательном порядке. В случаях, когда нарушена или отсутствует упаковка и этикетки по устаревшим пестицидам, отнесение их к той или иной категории может быть произведено лишь после проведения идентификации неизвестного препарата [1].

Возможные действия с препаратами первой категории зависят от результатов определения комплекса показателей, характеризующих их состав и свойства. Совокупность критериев, при соблюдении которых препараты могут быть использованы по назначению в принятых нормах расхода или с перерасчетом норм расхода, определена соответствующими рекомендациями [2].

Известны различные методы обезвреживания устаревших пестицидов, которые подлежат ликвидации. В наиболее распространенных термических и иных физико-химических методах в процессе уничтожения пестицидов происходит разложение их

действующих веществ (ДВ), при этом предполагается, что образующиеся продукты не токсичны или малотоксичны, и их негативное воздействие на окружающую среду может быть практически полностью нейтрализовано.

Большинство используемых в настоящее время в Российской Федерации методов не связаны с трансформацией ДВ, т. е. ликвидация происходит, как правило, путем захоронения устаревших препаратов. В этой связи чрезвычайно важным представляется проведение мониторинга технологического состояния захоронений, а также периодического эколого-токсикологического контроля территорий, прилегающих к таким захоронениям. Аналогичный эколого-токсикологический контроль необходим и для тех объектов, в которых хранятся устаревшие пестициды (склады, приспособленные помещения и др.). В последнем случае территория, прилегающая к таким объектам и нередко имеющая высокий уровень загрязнения, даже после удаления из них пестицидных препаратов долгое время может служить источником вторичного загрязнения окружающей среды пестицидами.

При организации и проведении такого мониторинга важная роль отводится контролю уровней накопления и поведения остаточных количеств персистентных хлорорганических пестицидов в почве. Как было отмечено выше, в России из всего перечня СОЗ-пестицидов наибольшее внимание привлекают проблемы, связанные с широкомасштабным использованием в прошлом и сохранением неиспользованных остатков в настоящем препаратов ДДТ и ГХЦГ.

Сохранение остаточных количеств в объектах окружающей среды, региональная и глобальная миграция, отмеченные в ходе исследований на территории Российской Федерации, также указывают на актуальность проблемы именно с этими препаратами. Часть других пестицидных препаратов, входящих в перечень СОЗ, применялась на территории России в ограниченных количествах (гептахлор, токсафен), другие пестициды из этого перечня вообще не входили в список пестицидов, разрешенных для применения

в Советском Союзе и затем в Российской Федерации (дильдрин, эндрин и др.) [3, 4].

Контроль почв вокруг мест хранения и захоронения устаревших пестицидов, проведенный в последние годы специалистами агрохимической службы Российской Федерации, показал, что в большинстве случаев в почвах содержатся остаточные количества тех или иных хлорорганических токсикантов. Так, в Западно-сибирском регионе России (Тюменская область) были обследованы почвы земельных участков, прилегающих к складам пестицидов и агрохимикатов на содержание хлорорганических и других пестицидов. Во всех из них обнаружены остаточные количества хлорорганических соединений, при этом из 15 районов в четырех средние содержания хлорорганических токсикантов (суммарное содержание метаболитов ДДТ и изомеров ГХЦГ) на обследованных участках многократно превышали принятый в России норматив допустимого содержания в почве (0,1 мг/кг). Три района из четырех упомянутых по географическому положению были самыми северными [5].

Условия захоронения и длительность сохранения устаревших препаратов ДДТ сказываются на относительных уровнях накопления его основных метаболитов в почве. Наиболее наглядно это проявляется при длительном сохранении ДДТ в почве. Это подтверждается, в частности, результатами проведенного нами контроля содержания остаточных количеств метаболитов ДДТ в почве могильника, в котором устаревшие пестициды (преимущественно препараты ДДТ) были захоронены около 40 лет назад (табл. 1).

В пробах почвы (пахотный слой) наряду с ДДТ были найдены его метаболиты ДДЭ и ДДД, в совокупности превышающие значение предельно-допустимой концентрации. При этом в пробах грунта, взятых из наблюдательных скважин с глубины 11 м, практически нерастворимые в воде хлорорганические токсиканты обнаружены не были.

Таблица 1

**Содержание метаболитов ДДТ в пробах почвы и грунта,
отобранных с могильника пестицидов**

Токсикант	Содержание метаболита, мг/кг	
	почва ¹⁾	грунт ²⁾
<i>n,n'</i> -ДДТ	0,20±	н/о ³⁾
<i>n,n'</i> -ДДЭ	0,18±	н/о
<i>n,n'</i> -ДДД	0,04±	н/о

Примечания: 1) отобраны 10 проб с поверхности могильника (верхний слой почвы 0–25 см), радиус обследованной площади 50 м; 2) отобраны две пробы из контрольных скважин глубиной 11 м, расположенных на расстоянии 3 м от стенки могильника; 3) н/о не обнаружено.

Для интегральной оценки качества воды водоисточников в связи с возможным негативным воздействием обследованного могильника пестицидов и других потенциальных точечных источников пестицидов был использован метод биотестирования, основанный на подавлении роста пыльцы растений под действием токсикантов [6]. Приведенные в табл. 2 сравнительные данные показывают, что тенденция в изменении общей токсичности воды в зависимости от наличия точечного пестицидного источника прослеживается достаточно четко.

Контроль содержания изомеров ГХЦГ в почве был и остается обязательной составной частью мониторинга пестицидов в окружающей среде, проводимого подразделениями агрохимической службы по всей территории страны. В связи с прекращением применения препаратов, содержащих ГХЦГ, его остаточные количества в почве обнаруживают как правило в следовых количествах на территориях, на которых эти препараты применяли интенсивно в предыдущие годы. Как и в случае ДДТ, контроль остатков ГХЦГ остается актуальным при обследовании мест хранения и захоронения устаревших пестицидов.

Таблица 2

**Результаты тест-контроля проб воды различных водисточников
с учетом их расположения относительно мест хранения
и захоронения пестицидов**

Водисточник	Место расположения водисточника	Результат контроля (в баллах)
Колонка	2 км от могильника пестицидов	0
Колонка	3 км от могильника пестицидов	0
Резервуар питьевой воды	Привозная вода (контроль)	8
Артезианская скважина	1 км от бывшего склада пестицидов (вниз по склону от склада)	3–4
Колодец	0,8 км от бывшего склада пестицидов (вниз по склону от склада)	1–2
Водопроводная вода	г. Ростов-на-Дону (контроль)	7
Водопроводная вода	г. Москва (контроль)	7

Примечания: шкала для оценки результатов: 10–8 — качество воды хорошее; 7–5 — вода для употребления в качестве питьевой требует дополнительной очистки; 5–3 — то же, очистка должна быть более глубокой; 2–0 — вода для питья непригодна.

Изучение поведения изомеров ГХЦГ в почвах различного типа показывает, что их персистентность существенно различается и зависит от большого числа факторов, в том числе от типа почвы. Пример таких различий показан в табл. 3 (опыты проведены в различных регионах России станциями агрохимической службы).

В ряде опытов показано также снижение скорости детоксикации изомеров ГХЦГ в последующие после применения этих препаратов годы. Так, в сероземе значение T_{95} (рассчитывается по экспоненте) для гамма-изомера ГХЦГ в год применения было равно 102 сут., а в последующие два года оно составило 630 и 1050 сут. соответственно.

Таблица 3

Персистентность изомеров ГХЦГ в почвах различного типа

Тип почвы	Содержание гумуса, %	Т95, сут.		
		альфа-ГХЦГ	бета-ГХЦГ	гамма-ГХЦГ
Серозем	1,4	435	2020	670
Темно-каштановая	3,3	550	4360	690
Чернозем	6,6	790	4650	785

Выводы. Рекомендации. В настоящее время при планировании и реализации мероприятий по контролю пестицидов в почве и агроэкосистемах первоочередное внимание уделяется объектам и процессам, в которых велика вероятность наличия и участия стойких хлорорганических пестицидов: 1) местам хранения и захоронения устаревших пестицидов; 2) почвам под многолетними насаждениями, на которых ранее применялись хлорорганические препараты; 3) региональной и глобальной миграции персистентных пестицидов по воздуху и с водотоками, а также их хозяйственной миграции с продукцией. При этом опыт и результаты работы как агрохимической службы, так и других ведомственных служб показывает, что агроэкологический мониторинг является действенным и эффективным инструментом, позволяющим решать проблемы оценки эколого-токсикологического состояния почв сельскохозяйственных угодий, а также предотвращения и снижения негативных антропогенных воздействий пестицидов на агроэкосистемы.

Список использованной литературы

1. Лунёв М. И. Эколого-токсикологические аспекты инвентаризации устаревших пестицидов // Всерос. конф. по проблеме стойких органических загрязнителей. г. Москва, 28–29 октября 2002 г. М. : Центр международных проектов, 2003. С. 118–123.

2. Методические указания по определению пригодности использования в сельском хозяйстве пестицидов при изменении их качества // Утв. МСХ РФ 24.07.1995. М. : ЦИНАО, 1995. 23 с.

3. Лунёв М. И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. М. : Колос, 1992. 269 с.

4. Мартынов Б. И. Стойкие органические загрязнители // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2010. № 2. С. 131–133.

5. Квашина Ю. А. Загрязнение экотоксикантами земельных участков, территорий складов пестицидов и агрохимикатов // Агрохимические приемы повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия (19–20 апреля 2006 г.) / Материалы 40-й Междунар. науч. конф. М. : ГНУ ВНИИА, 2006. С. 251–253.

6. Хорхе Р. Д., Филина О. Н., Ключев Н. А., Курапов П. Б. Метод биотестирования при анализе качества поливных вод // Влияние физических и химических факторов на рост и развитие сельскохозяйственных культур : тез. второй межвуз. конф. Орехово-Зуево, 1996. С. 23.

Г. И. Меньшиков

Межотраслевой научно-исследовательский институт топливно-энергетического комплекса (МНИИЭКО ТЭК), Пермь, Россия

Итоги экспериментальных работ по технологии рекультивации нарушенных земель

Цель и методика исследований. Целью НИР является разработка рекомендаций по технологии рекультивации нарушенных земель после разработки россыпных и осадочных месторождений полезных ископаемых. Эти месторождения генетически связаны. Техногенные каменистые почвенно-грунтовые смеси ТКПГС-образующиеся после отработки имеют и различие, и сходство [1]. В работе были применены методики комплексных исследований.

Выбор направлений рекультивации отработанных дражных полигонов зависит от образовавшихся почвенно-грунтовых условий участка и от хозяйственных задач. На участках дражных полигонов, примыкающих к территории населенных пунктов, необходимо проводить залужение под пастбища и сенокосы. Ближние участки также рекомендуются рекультивировать под коллективные