

УДК 504.4 : 628.32

М.А.ЗАХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, М.Н.РЫЖКОВА, И.А.РЫЖИКОВА,  
Л.В.МЕЛЬНИК, А.М.РЫЖИКОВ

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г.Харьков*

## **К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИТОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ**

Рассматривается вопрос ликвидации складов непригодных пестицидов и ядохимикатов с последующей рекультивацией загрязненных почв и поверхностного стока.

Розглядається питання ліквідації сховищ непридатних пестицидів та отрутохімікатів з наступною рекультивацією забруднених ґрунтів і поверхневого стоку.

A problem of eliminating of useless pesticides and agricultural chemicals storage sites is considered, together with the soils and non-point discharge.

*Ключевые слова:* пестициды, почвы, очистка, детоксикация, фитотехнологии, биоинженерные сооружения.

Широкое применение пестицидов в сельскохозяйственной практике привело к тому, что все страны так или иначе сталкиваются с проблемами отходов пестицидов. Для развивающихся стран основной проблемой является ликвидация неиспользуемых и пришедших в негодность запасов пестицидов, а также рекультивация прилегающих участков [1].

Источником поступления ядохимикатов в экосистему являются старые склады ядохимикатов, свалки, аэродромы сельскохозяйственной авиации. В Украине в каждом районе имеется 1-2 таких склада. Даже в тех случаях, когда пестициды утилизированы, почвы вокруг складских помещений сильно загрязнены пестицидами и их стойкими метаболитами. Как показали исследования, проведенные в Украине в 2001-2004 гг., концентрация запрещенных хлорорганических пестицидов в почве вокруг действующих складов может превышать гигиенические нормы в сотни раз. Таким образом, почвы санитарных зон складов ядохимикатов являются источником загрязнения и нуждаются в очистке. Очистка почв от пестицидов является самым сложным случаем избавления от отходов из-за особенностей и разнообразия как типов грунтов, так и пестицидов.

На сегодняшний момент существует два основных направления очистки почв: отделение пестицида от почвы и прямая обработка почв: при этом используется высокочастотное нагревание, электрокинетическая обработка, промывание почв, экстракция растворителями и термическая десорбция. Все эти способы весьма дорогостоящие.

Объектом наших исследований и практического решения проблемы рекультивации была площадка бывшего склада непригодных и

запрещенных химических средств защиты растений и прилегающая территория в с.Затишье Ширяевского района Одесской области.

Имеющиеся запасы смеси химических средств защиты растений были вывезены еще в 2002 г., однако даже кратковременное пребывание на оставшейся территории вызывает ощутимые негативные проявления в самочувствии. На расстоянии порядка 200 м по прямой был построен 24-квартирный жилой дом и электроцех. Отмечено, что уровень заболеваемости в данном районе выше, чем в области.

Была поставлена задача очистки почв и имеющегося поверхностного стока с территории. Для оценки степени загрязненности и способности почв площадки к самоочищению были отобраны пробы почв в резистентных точках. Пробы отбирали с глубины 0-5 см, 5-20 см, 20-30 см, 30-60 см.

В связи с тем, что на момент проведения работ запас ядохимикатов и пестицидов уже был вывезен, т.е. основной источник загрязнения устранен, определение загрязнения в грунтах проводилось на наличие наиболее стойких форм, с максимальным периодом полураспада – группы хлорорганических пестицидов и симтриазиновых гербицидов. Анализ показал, что основная часть загрязнений сконцентрирована на глубине 0-30 см. Исходя из этого было предложено следующее:

- *техническая рекультивация* – снятие и перемещение максимально загрязненной толщи грунта, транспортирование и нанесение слоя незагрязненных почв на поверхность перемещенной загрязненной толщи и рекультивируемую территорию, при этом наиболее загрязненная часть грунта (до 0,3 м) и остатки строительных конструкций складироваться на наиболее загрязненной части площадки;

- *инженерная рекультивация* – в основании формируемой загрязненной толщи и перекрывающих незагрязненных грунтов закладывается дренаж, который отводит загрязненные подземные воды и инфильтрующиеся осадки на очистку в биоинженерные сооружения [2];

- *биологическая рекультивация* – высадка специально подобранных древесных, кустарниковых и травянистых растений по поверхности захороненных остатков склада и грунтов.

Инфильтрация атмосферных осадков с поверхности через толщу грунтов – основной источник пополнения грунтовых вод. Анализ режимных наблюдений, выполненных в разных регионах для разных природных условий, позволил установить зависимость величин инфильтрации атмосферных осадков на протяжении года через грунты зоны аэрации от ряда основных режимоформирующих факторов: атмосферных осадков, уровня влажности воздуха, мощности почв зоны

аэрации (уровня грунтовых вод), влагопроводимости и особенностей строения толщи зоны аэрации.

На основе обнаруженных зависимостей предложено использовать особенности процесса влаго-солеперенос в системе „грунты – грунтовые (дренажные) воды”. Для обеспечения регулируемого выноса загрязнений (остатки ядохимикатов) на протяжении года из сформированной толщи грунтов зоны аэрации (загрязненные грунты и перекрывающий слой чистого грунта) в дренажные воды непосредственно на участке складирования загрязненных грунтов бывшего склада ядохимикатов.

Как правило, процесс переноса влаги в грунтах зоны аэрации на протяжении года может быть схематизирован до двух составляющих: нисходящий поток (инфильтрация) – перенос влаги в грунтовые воды и восходящий поток (так называемое испарение) – перенос влаги в толще грунтов к поверхности за счет процессов эвапотранспирации. Зависимость характера (направления) этого процесса от природно-климатических условий изложена в ряде работ [3].

Величина питания грунтовых вод (на нашем объекте они перехватываются дренажем, заложенным в основе загрязненной толщи грунтов) на протяжении года рассчитана исходя из суммы атмосферных осадков за год ( $A_o$ ) для данного района (496 мм), дефицита влажности воздуха ( $d$ ) для средней глубины грунтовых вод в зоне складирования загрязненного грунта – 1,5 м. Установлено, что инфильтрационное питание грунтовых вод на протяжении года составляет 4% от  $A_o$ , т.е. 20 мм/год или  $0,0005 \text{ м}^3/\text{сут.}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади участка. Таким образом, из общей площади объекта  $15000 \text{ м}^2$  сформируется приток дренажных вод –  $2 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Этот расход и принимаем для расчета площади биоинженерных сооружений для очистки дренажных вод, которые выносят загрязнения из толщи грунта, снятого на площадке прежнего склада ядохимикатов.

Эффективность удаления пестицидов в БИС

Пестицид	% удаления	Источник
atrazine	42	[4]
atrazine	32	[4]
metolachlor	55	[5]
chlorpyrifos	47-65	[5]
metolachlor + atrazine	42	[6]
Simazine, metolachlor	Азот – 80, симазин – 60-90 Метолахлор – 80	[6]

Во многих странах для восстановления почв, загрязненных непригодными пестицидами, успешно используют *фитотехнологии*.

Фитотехнологии предлагают набор стратегий естественного восстановления загрязненных пестицидами почв и грунтовых вод. Данные методы очистки не требуют больших затрат. Они непригодны для уничтожения больших запасов пестицидов, а наиболее подходящим является использование фитотехнологий на финальной стадии очистки сильно загрязненных областей и для восстановления слабо загрязненных зон вокруг зоны сильного загрязнения.

Одним из наиболее важных аспектов решения этой проблемы является подбор растений, способных расти на загрязненных почвах и при этом накапливать стойкие ксенобиотики в значительном количестве. В мире имеется большой опыт использования способности растений к очистке загрязненных почв. Для сильно загрязненных пестицидами участков наилучший метод – засаживание растениями.

Старые полигоны захоронения пестицидов должны быть эффективно изолированы во избежание поверхностной эрозии, эрозии покровов и для предупреждения поступления загрязнителей в подземные и поверхностные воды. Растительный покров – это многообещающий путь развития стойких покровов, который является очень эффективным для изоляции старых полигонов захоронения пестицидов.

Было обнаружено, что некоторые виды растений способны не только выдерживать наличие, но и поглощать и накапливать в десятки – сотни тысяч раз больше ионов свинца, ртути, цинка или других токсичных веществ, чем остальные. Это открытие позволило найти простое решение – теперь для очистки почвы необходимо всего-навсего засеять его нужным видом растения, а в конце сезона собрать «урожай» и вывезти на специальное захоронение.

Один из ключевых моментов фиторемедиации – оптимальный состав толерантных видов растений, способных не только выжить в условиях загрязнений, но трансформировать и обезвредить их.

При выборе пород растений необходимо учитывать характер и направление движения ветра, а следовательно, характер выпадения пылевых частиц и распространения запаха. Учитывая, что хвойные растения более устойчивы (особенно в зимнее время) к загрязнению, целесообразно создавать смешанные насаждения. Плодовые деревья и ягодники, несмотря на очень хорошую устойчивость и способность изымать пестициды из почв, воды и воздуха, высаживать не рекомендуется.

Таким образом, использование комплексного подхода для очистки почв от пестицидов позволит успешно рекультивировать и вернуть в хозяйственное пользование огромные площади земель, ранее считавшиеся безвозвратно утерянными, при минимальных эксплуатацион-

ных и капитальных затратах.

1.Чмиль В.Д. Накопленные запасы непригодных пестицидов в Украине: тактика утилизации. Фиторемедиационные технологии – метод восстановления загрязненных пестицидами почв. Охрана и оптимизация окружающей среды. – К., 1990. – 256 с.

2.Захарченко М.А., Рыжикова И.А., Яковлева Л.Л., Опыт эксплуатации биоинженерных сооружений (БИС) типа Constructed Wetlands в Золочеве Харьковской обл. // Сб. науч. тр. XII междунар. науч.-техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». Т.3. – Харьков, 2004. – С.557-561.

3.Захарченко М.А. Обоснование дополнительного инфильтрационного питания при мелиоративном освоении северо-востока Украинской ССР: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – К., 1989. – 23 с.

4.Van Zwieten L.V., Ayres M., Curran P. // Seeking Agricultural Produce Free of Pesticide Residues. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 1998. – P.349-357.

5.Moore, M. T., Rodgers, J. H. Jr., Smith, S. Jr., and Cooper, C. M. Mitigation of metolachlor-associated agricultural runoff using constructed wetlands in Mississippi, USA.Agriculture, Ecosystems and Environment (Apr 2001) 84 (2). – P.169-176.

6.Moore, M. T., Rodgers, J. H. Jr., Cooper, C. M., and Smith, S. Jr. Constructed wetlands for mitigation of atrazine-associated agricultural runoff. Environmental Pollution (2000) 110 (3). – P.393-399.

Получено 26.01.2010

УДК 574.3

В.О.БАРАННИК, канд. фіз.-матем. наук, Ю.І.ВЕРГЕЛЕС, І.О.РИБАЛКА  
*Харківська національна академія міського господарства*

## **МАТРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЇ ОМЕЛИ БІЛОЇ У МІСЬКОМУ ЛАНДШАФТІ**

Розглядається проблема контролю розвитку популяції омели білої на урбанізованих територіях з метою вдосконалення ведення зеленого господарства міст. Представлено матричну модель динаміки популяції омели білої на окремих ділянках міського ландшафту Харкова, параметри якої визначені за даними натурних спостережень.

Рассматривается проблема контроля развития популяции омелы белой на урбанизированных территориях с целью усовершенствования ведения зеленого хозяйства городов. Представлена матричная модель динамики омелы белой на отдельных участках городского ландшафта Харькова, параметры которой определены по данным натурных исследований.

The article discusses the problem of the White Mistletoe's (*Viscum album* L.) population control in urban areas. The population dynamics matrix model was developed and calibrated on the field data obtained from selected sample plots in the city of Kharkiv (Ukraine).

*Ключові слова:* омела біла, вибіркове дослідження, динаміка популяції, модель.

Омела біла (*Viscum album* L.) – це рослина-напівпаразит деревних порід, яка спричиняє погіршення санітарного стану і естетичного вигляду рослин. Сприятливі умови розвитку популяції омели склада-