

УДК. 543,061: 543.6: 5433.544

ГЕРЦЮК М.М.

### **МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАПРЕЩЁННЫХ И НЕПРИГОДНЫХ ПЕСТИЦИДОВ.**

*Рассмотрены методы, используемые для идентификации запрещенных и непригодных пестицидов. Определение их элементного состава, и на этом основании отнесение пестицидов к определённым классам, даёт возможность подбора наиболее эффективных путей идентификации с использованием хроматографических методов группового анализа, изучения физико-химических свойств и спектральных характеристик.*

**Ключевые слова:** запрещенные и непригодные пестициды, методы идентификации

*Розглянуто методи, що використовуються для ідентифікації заборонених і непридатних пестицидів. Визначення їх елементного складу, і на цій підставі віднесення пестицидів до певних класів, дає можливість підбору найбільш ефективних шляхів їх ідентифікації з використанням хроматографічних методів групового аналізу, вивчення фізико-хімічних властивостей і спектральних характеристик.*

**Ключові слова:** заборонені та непридатні пестициди, методи ідентифікації

*The methods used for the identification of forbidden and obsolete pesticides are examined. Determination of its elemental composition, and assignation pesticides on these grounds to defined classes, gives the possibility of selecting the most effective means of identification with the use of chromatographic methods of group analysis, studying of physicochemical properties and spectral characteristics.*

**Keywords:** forbidden and obsolete pesticides, identification methods.

Вопрос об идентификации запрещённых и непригодных пестицидов обусловлен экологической проблемой, связанной с их наличием до настоящего времени в больших количествах на складах в Украине, также как в других странах бывшего Советского Союза. Хотя работа по ликвидации этих пестицидов проводилась с начала девяностых годов прошлого столетия, их количество в Украине на сегодня составляет десятки тысяч тонн [1-3]. Они размещены на складах разных форм собственности, количество которых составляет около 5000. Многие из этих складов не имеют хозяина, и находится в полуразрушенном состоянии. Упаковка, в которой хранились пестициды, повреждена, отсутствуют этикетки, а документация о пестицидах утеряна. Хранилища пестицидов представляют большую опасность для окружающей среды и здоровья местного населения, поскольку являются источником миграции высокотоксических веществ в окружающую среду.

Для решения проблем запрещённых и непригодных пестицидов, прежде всего, необходимо решить вопрос их идентификации. Эта информация позволяет определить пути их дальнейшей утилизации и безопасного обращения с ними.

В настоящее время разработаны мультиметоды анализа остаточных количеств пестицидов в объектах окружающей среды, в сельскохозяйственных и пищевых продуктах, в других средах с использованием хромато-масс-спектрометрии. Эти методы также могут применяться для идентификации запрещённых и непригодных пестицидов,

хранящихся на складах. В этом плане следует отметить метод QuEChERS, разработке которого посвящены многие исследования [4]. Суть метода состоит в том, что действующее вещество экстрагируется из матрицы ацетонитрилом. Экстракт пробы очищается твёрдофазной экстракцией и анализируется с помощью хромато-масс-спектрометра. Выполнение этих анализов может проводиться в хорошо оснащённых лабораториях, имеющих в своём распоряжении это дорогостоящее оборудование.

Для идентификации больших количеств непригодных пестицидов, хранящихся на складах, требуется проведение многочисленных исследований. В связи с этим необходима разработка подходов и методов, позволяющих эффективно проводить эти исследования во многих химических лабораториях с использованием доступного и менее дорогостоящего оборудования, а также, желательно, без применения длительной и трудоёмкой подготовки проб.

Существенным отличием в постановке задач по идентификации запрещённых и непригодных форм пестицидов и определения их следовых количеств в различных объектах является то, что в первом случае количество вещества может быть достаточно большим. Это даёт возможность использовать достаточно широкий спектр методов химического и физико-химического анализа, позволяющих непосредственно определить физико-химические и спектральные характеристики действующих веществ.

Ключевым моментом в предлагаемой схеме идентификации пестицидов является определение элементного состава. Пестициды, используемые в 70-90-е годы в СССР [ 9, 10], в зависимости от содержания элементов, можно разбить на отдельные группы, что показано в таблицах 1 - 4. Наличие металлов в составе пестицидов однозначно позволяет отнести пестициды к определённым классам.

*Таблица 1*

**Фосфорорганические пестициды**

Содержащие P, C, H, O и/или S	Содержащие P, N, C, H, O и/или S	Содержащие P, Hal, C, H, O и/или S	Содержащие P, N, Hal, C, H, O и/или S
Ацетофос Байтекс Болстар Бутифос Карбофос Каунтер Меркаптофос Метилмеркаптофос Тимет Фосдрин Цидиал Циодрин	Актеллик Антио Афуган Базудин Дикротофос Метафос Метилнитрофос Октаметил Параоксон Плондрел Префар Релдан Сайфос Тиофос Фернекс Фосфамид Фталофос	Бромфос Бромфос-этил Гардона ДДВФ Дибром Йодфенфос Корал Токутион Тритион Трихлорметафос Фенкаптон Хлорофос Хлорфенвинфос Хостаквик	Димефокс Дурсбан Фозалон

Таблица 2

## Пестициды, содержащие азот

Производные карбаминной, тио- и дитиокарбаминной кислот	Производные мочевины, гуанидина и анилиды карбоновых кислот	Производные сим-триазина	Циклические или гетероциклические соединения	Пестициды содержащие нитрогруппу	Циан и родансодержащие соединения
Содержащие N, C, H, O и/или S	Содержащие N, C, H, O и/или S	Содержащие N, C, H, O и/или S	Содержащие N, C, H, O и/или S	Содержащие N, C, H, O и/или S	Содержащие N, C, H, O и/или S
Байгон Бетанал АМ Вернам Видат Диметилан Дрепамон Зектран Изолан Карбин Кронетон Пиримор Ронит Севин Сутан Темик Тиллам Фикам Фурадан Элокрон Эптан Ялан	Бензтиазурон Фенурон	Аметрин Лексон Мезоранил Метоксикарагард Метопротрин Прометрон Прометрин Семерон Тербутрин	Морестан Мороцид Нортрон	Аретит ДНОК Планавин Стомп	Дебос Делан Родан
Содержащие N, Hal, C, H, O и/или S	Содержащие N, Hal, C, H, O и/или S	Содержащие N, Hal, C, H, O и/или S	Содержащие N, Hal, C, H, O и/или S	Содержащие N, Hal, C, H, O и/или S	
Карбин Хлор-ИФК	Диурон Дихлоральмоче вина Дозанекс Керб Линурон Метобромурон Монолинурон Моноурон Префоран Пропахлор Теноран ФДН Фторметурон Хлорбромурон Хлорметиурон Хлортолурун	Атразин Пропазин Симазин Тордон Хлоркарагард Цианазин	Пиразон Ровраль Ронстар Сумилекс Трифурин	Нитрофен	

## Галогенсодержащие пестициды

Содержащие Hal, C, H,	Содержащие Hal, C, H, O и/или S	Содержащие Hal, N, C, H,	Содержащие Hal, N, C, H, O и/или S
Альдрин ГХЦГ Гексахлоран Гексахлорбензол Гептахлор ГХБД ДДТ Дилор Дихлорбенил Металлилхлорид Мирекс Немагон Полихлоркамфен Полихлорпинен	Бидизин Дактал Дикамба Дильдрин Неорон Пентахлорфенол Тедион Тиодан Фигон Хлорбензилат	Даконил Пентахлорнитробензол	Амибен Бромацил Галекрон Дуал Каптан Префикс Рандокс Сумицидин Суффикс Трефлан Фолпет Эупарен

Таблица 4

## Производные хлорзамещённых органических кислот, содержащие Hal, C, H, O и/или S и в некоторых случаях N

Производные хлорфеноксипропионовой кислоты: 2,4-Д Эфиры 2,4-Д Амниевые соли 2,4-Д 2,4,5-Т 2,4,5-Т бутилпропиловый эфир	Производные хлорфеноксимасляной кислоты	Производные хлорфеноксипропионовой кислоты
---	---	--

Для отдельных классов пестицидов существуют хроматографические методики группового анализа с использованием тонкослойной и газовой хроматографии, с помощью которых можно идентифицировать действующие вещества [4 - 8]. Кроме того, идентификация пестицидов может проводиться на основании физико-химических и спектральных характеристик. Например, ИК-спектры  $\gamma$ -гексахлорциклогексана, гексахлорбензола и 2,4-дихлорфеноксипропионовой кислоты можно различить и идентифицировать по колебаниям ароматического кольца и карбонильной группы в их ИК спектрах

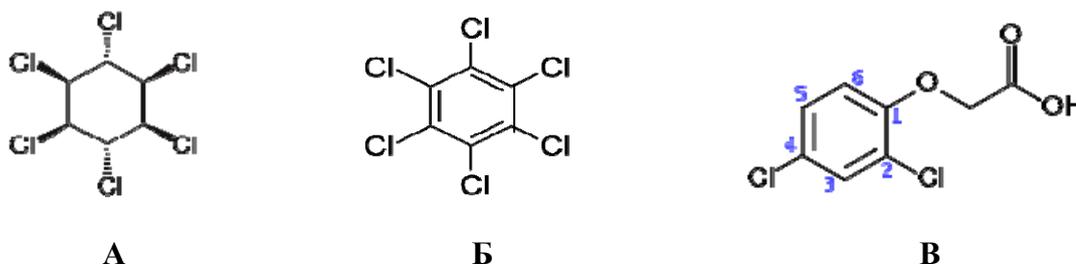


Рис.1 А.  $\gamma$ -гексахлорциклогексан (линдан), Б. гексахлорциклобензол, В. 2,4-дихлорфеноксипропионовая кислота.

Таким образом, определение элементного состава пестицидов, и на этом основании отнесение их к определённым классам, даёт возможность проведения идентификации с применением хроматографических методов, изучения физико-химических и спектральных свойств. При этом может быть использован широкий спектр доступного оборудования, имеющегося в химических лабораториях. Данный подход предполагает оптимизацию методов исследования для каждого конкретного случая с целью определения наиболее рационального пути идентификации

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проблема непридатних пестицидів в Україні: загальні відомості: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mama-86.org.ua/index.php/en/eliminateacuterisks/37-2009-10-05-16-55-26.html>
2. Обережно, НП!!! Проблема поводження з непридатними пестицидами в Україні: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mama-86.org.ua/archive/files/pesticides.pdf>
3. **Корнет В.А., Підліснюк В.В.** Проблема непридатних і заборонених до використання пестицидів на Україні та їх вплив на здоров'я населення. : [Електрон. ресурс]. – Екологічна безпека.- /2010.- т.2. -№ 10.- С. 43 – 45. - Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB\\_jurnal/2010\\_2\(10\)/pdf/43.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2010_2(10)/pdf/43.pdf)
4. Мини-MRM метод (QuEChERS) и его применение для определения остатков пестицидов в овощах и фруктах./ Мельничук С. Д., Баранов Ю. С., Земцова О. В., и др. // Журнал Хроматографічного товариства.- 2008 .- т. 8. – № 1, 2.- С. 4 – 12.
5. Определение множественных остатков пестицидов в почвах прикладских территорий / Мельничук С. Д., Лоханская В. И., Баранов Ю. С., и др. // Журнал Хроматографічного товариства, 2005. – т.5, № 3, С. 4 -10.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. /Сост. Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф. и др. – М.: Колос, 1992. - Т.1. - 567 С.
7. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Справочник. /Сост. Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф. и др. – М.: Аропромиздат, 1992. – Т.2 – 416 с.
8. Аналітична хімія залишкових кількостей пестицидів / Клісенко М. А., Александрова Л. Г., Демченко В. Ф., Макаручук. Т. Л. – К., 1999. – 238 с.
9. Справочник по пестицидам: Гигиена применения и токсикология/ Сост. Л. К. Седокур; Под ред. А. В. Павлова.— 3-е изд., испр. и доп.— К.: Урожай, 1986.— 432 с, ил.
10. **Мельников Н. Н., Новожилков К. В., Пылова Т. Н.** Химические средства защиты растений (пестициды). Справочник: — М.: Химия, 1980.—288 с.

*ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН України, м. Київ*

*Надійшло до редакції  
2.10.2013*