

*О.Ю. Пазен, О.М. Щербина, канд. фарм. наук, доцент,
Б.М. Михалічко, д-р хім. наук, професор
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ГОРЮЧІ ТА ТОКСИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХЛОРУМІСНИХ ОРГАНІЧНИХ ОТРУТОХІМІКАТІВ І МЕТОДИКИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ

За допомогою квантово-хімічного (за програмою HyperChem professional version 6,03, використовуючи напівемпіричний метод обчислення молекулярних орбіталей в наближенні ZINDO/1) та термохімічного аналізів вивчена пожежна та токсикологічна небезпека гексахлорциклогексану (ГХЦГ) і гептахлору (ГПХ). Запропонована методика ідентифікації хлорумісних органічних отрутохімікатів в місцях їх нагромадження та харчових продуктах рослинного походження методами хроматографії в тонкому шарі сорбенту та методом газової хроматографії. Тривалість газохроматографічного аналізу 12 хв.

Ключові слова: хлорумісні органічні отрутохімікати, пожежна та токсикологічна небезпека, хроматографія в тонкому шарі сорбенту, газова хроматографія

Вступ та постановка проблеми. Планомірне та систематичне використання різних хімічних речовин у аграрному секторі економіки України (як і будь-якої країни світу) на сьогодні є запорукою ефективного та інтенсивного виробництва сільськогосподарської продукції. Завдяки хімічним речовинам підвищують врожайність сільськогосподарських культур, ведуть боротьбу зі шкідниками та бур'янами, лікують тварин і птахів тощо. Кількість речовин, що випускається хімічною промисловістю і спрямовується в сільське господарство України, щорічно зростає, що, у свою чергу, зумовлює необхідність будівництва нових сховищ для отрутохімікатів, проектування, створення, виробництво й впровадження сільськогосподарських машин та апаратів з перевезення, приготування і застосування хімічних речовин, дотримання протипожежних заходів.

Серед багатьох хімічних засобів, що використовуються у сільському господарстві, важливими є отрутохімікати, асортимент і обсяг виробництва яких з року в рік зростає. Для потреб сільського господарства використовують найрізноманітніші за агрегатним станом отрутохімікати: газоподібні (метилбромід), рідкі (етилдихлорид, карбондисульфід), а також тверді чи порошкоподібні [1–3].

У переважній своїй більшості отрутохімікати це горючі речовини [4]. Втім температура займання та інші параметри горіння отрутохімікатів сильно залежать від їх хімічного складу та агрегатного стану діючої речовини, а також від виду наповнювача. Чим більший вміст в отрутохімікаті горючої речовини, тим більше в пожежному плані він буде небезпечним [5]. У разі ж розчинення отрутохімікату в горючому органічному розчиннику параметри його горіння визначатимуться в основному типом і кількістю горючого розчинника.

Часто для приготування емульсій і розчинів отрутохімікатів використовують мінеральні мастила, дизельне паливо та інші важкі фракції нафтопродуктів. Наприклад, для отримання розчину гербіциду 2,4-Д використовують дизельне паливо, а для приготування концентрату поліхлорпропілену (ПХП) – веретенну олію тощо. Розчини та емульсії отрутохімікатів, отримані на основі мінеральних масил, так само є горючими рідинами. Втім небезпека займання масляних емульсій є меншою у порівнянні з технічно чистим мастилом. Емульсії займаються і горять тільки в умовах тривалої дії на них відкритого полум'я [6, 7].

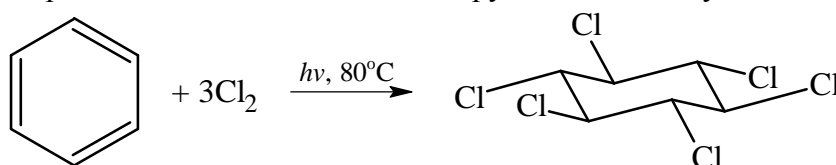
Чималу групу отрутохімікатів, що застосовуються в сільському господарстві складають хлорумісні органічні сполуки – похідні аліфатичних, аліциклічних та арилумісних вуглеводнів. Хлорумісні органічні отрутохімікати у своїй більшості малорозчинні у воді речовини, однак во-

ни дуже добре розчиняються в більшості органічних розчинників та жирах. Ця група отрутохімікатів практично не піддається ззовні впливові вологи, температури й сонячного світла. Тому окремі представники цієї групи отрутохімікатів можуть доволі тривалий час перебувати в ґрунтах, водоймах, нагромаджуватись у рослинах, продуктах харчування рослинного походження тощо. Це також є однією з головних причин того, що хлорумісних органічних отрутохімікатів за багато десятиліть нагромадилось у сховищах у надмірних кількостях, створюючи, таким чином, значні екологічні ризики довкілля, пов'язані з виникненням пожеж та отруєнням біосистеми в цілому [8]. Зокрема, гексахлорциклогексан і гептахлор після обприскування рослин можуть перебувати в ріллі впродовж кількох років. Низка отрутохімікатів цієї групи знайдена навіть у молочі тварин, однак термічна обробка забруднених молочних продуктів не усуває їх з харчових продуктів. Отже, хлорумісні органічні отрутохімікати виявляють кумулятивні властивості, що призводить до серйозних отруєнь живих організмів. Тому отрутохімікати цього класу потрапляючи через шлунково-кишковий тракт і дихальні шляхи або навіть через непошкоджену шкіру [9] в організм людини чи тварини найперше вражають центральну нервову систему, печінку, викликають порушення функцій серцево-судинної системи, крові тощо [10].

Мета праці: вивчити пожежну та токсикологічну небезпеку двох представників хлорумісних органічних отрутохімікатів – гексахлорциклогексану і гептахлору та розробити методики їх хімічної ідентифікації з використанням сучасних вискоєфективних фізико-хімічних методів аналізу (хроматографія в тонкому шарі сорбенту та газова хроматографія).

Кількісні характеристики горючих властивостей гексахлорциклогексану і гептахлору встановлювали квантовохімічним обчисленням енергії хімічних зв'язків з наступним термохімічним аналізом теплотворної спроможності кожного з отрутохімікатів [11]. Хімічну ідентифікацію гексахлорциклогексану і гептахлору здійснювали хроматографічно.

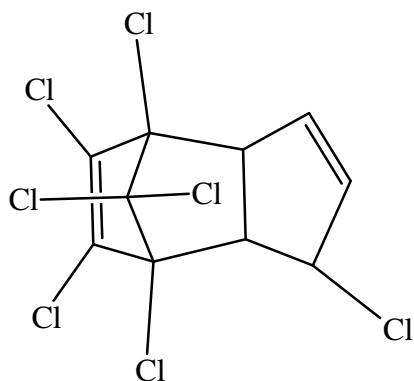
Гексахлорциклогексан (ГХЦГ), який відомий під такими торговими назвами, як гексахлоран, гексатокс бензолгексахлорид, гаммексан, вермексан, лунц, пекузанол, пультокс, скабікомбін, якутін тощо, використовується в сільському господарстві як ефективний інсектицид, промислове отримання якого здійснюють хлоруванням бензену на світлі:



Технічний продукт гексахлоран є сумішшю в основному трьох ізомерів ГХЦГ, гепта- і октахлорциклогексану. Всі ізомери гексахлорану – кристалічні речовини, стійкі до дії концентрованої сульфатної, нітратної й хлоридної кислот та окисників. Гексахлоран мало розчиняється у воді, проте добре розчиняється в спиртах, кетонах і етерах. Для потреб сільського господарства використовується розчинений в мінеральних мастилах (солярове, трансформаторне, веретеневе) гексахлоран з масовим вмістом ГХЦГ 2–12%.

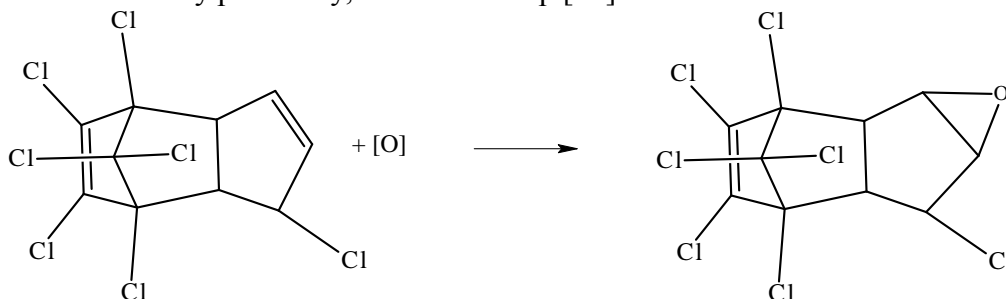
Токсикологічне значення ГХЦГ зумовлене його інсектицидними та гербіцидними властивостями. ГХЦГ дуже токсичний як для тварин, так і для людей. Особливо токсичними є розчини гексахлорану в мінеральних мастилах [12]. Гранично допустима концентрація ГХЦГ в повітрі робочої зони 0,1 мг/м³ [2].

Гептахлор (ГПХ), який відомий під торговими назвами везікол-104, гептазол, гептаміоль, Е-3314, належить до групи поліхлорциклодієнів:



Гептахлор – це кристалічна речовина жовто-коричневого кольору, яка зовні нагадує віск. Технічний продукт містить 65–70% гептахлору і 30–35% інших сполук. Температура топлення технічного гептахлору 50–74°C, пахне камфорою, нерозчинний у воді, добре розчиняється в етиловому спирті, гасі, ароматичних вуглеводнях (ксилолах, карбонтетрахлориді).

Застосовується ГПХ як інсектицид і стимулятор росту рослин. Токсикологічне значення ГПХ зумовлене його високою токсичністю і здатністю акумулюватись у доквіллі. В ґрунті, в мікроорганізмах і печінці тварин гептахлор легко трансформується в епоксигептахлор – ще більш токсичну речовину, ніж гептахлор [12]:



Гранично допустима концентрація гептахлору в повітрі робочої зони 0,01 мг/м³ [2].

Експериментальна частина. *Квантовохімічні обчислення.* Числове моделювання електронної структури гексахлорциклогексану і гептахлору здійснювали методом квантової хімії за програмою HyperChem professional version 6,03 [13], використовуючи напівемпіричний метод обчислення молекулярних орбіталей в наближенні ZINDO/1 [14]. Всі обчислення здійснювали виходячи із припущення, що молекули гексахлорциклогексану C₆H₆Cl₆ і гептахлору C₁₀H₅Cl₇ перебувають в пароподібному стані. Ефективні заряди на атомах та визначена сумарна енергія всіх хімічних зв'язків в молекулах подані в таблиці.

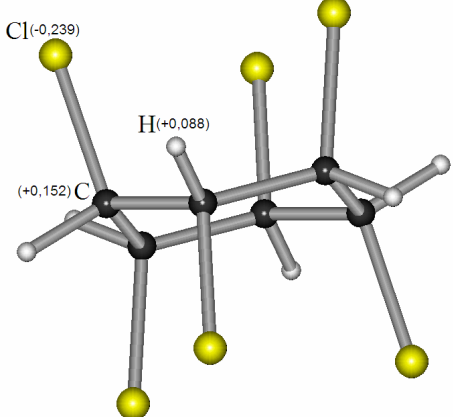
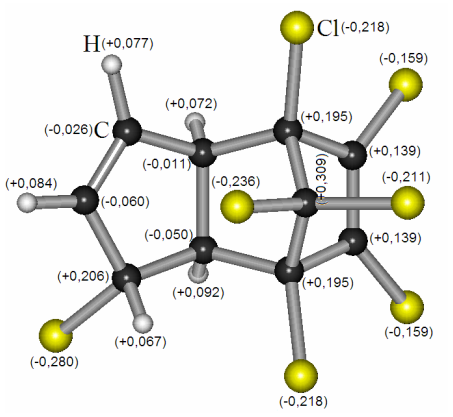
Термохімічний аналіз. Горючість досліджуваних речовин оцінювали за їх тепловмістом (стандартними ентальпіями утворення речовин в газоподібному стані) і теплотворною спроможністю [15], які обчислювали за законом Гесса [16].

Утворення молекули гексахлорциклогексану C₆H₆Cl₆ в стандартних умовах відбувається у дві стадії, виходячи з графіту, молекулярних водню та хлору:



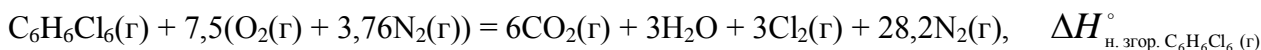
Зважаючи на значення $E_{\text{атоміз. (графіту)}}$, $E_{\text{H-H}}$, $E_{\text{Cl-Cl}}$, які відповідно дорівнюють (у кДж/моль) 717,7, 435,6, 242,4 [17, 18] і $\sum E_{\text{хім. зв'язків (C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6)}$ (табл.), визначаємо стандартну ентальпію утворення гексахлорциклогексану в пароподібному стані ($\Delta H_{\text{утв. C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6(\text{г})}^\circ$):

Розподіл ефективних зарядів на атомах (у е. о. з.) та сумарна енергія хімічних зв'язків (у кДж/моль) в молекулах гексахлорциклогексану і гептахлору

Гексахлорциклогексан, C ₆ H ₆ Cl ₆	Гептахлор, C ₁₀ H ₅ Cl ₇
	
$\Sigma E_{\text{хіміч. зв'язків}} = 6319,7$	$\Sigma E_{\text{хіміч. зв'язків}} = 9080,4$

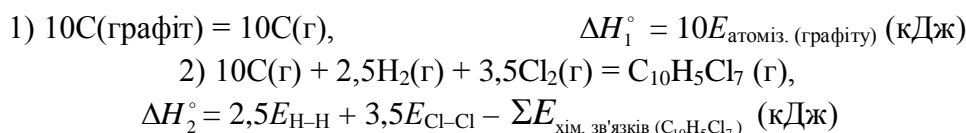
$$\Delta H_{\text{утв. C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6(\text{r})}^{\circ} = \Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ} = +20,5 \text{ кДж/моль}$$

Знайдене значення $\Delta H_{\text{утв. C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6(\text{r})}^{\circ}$ дає нам змогу виконати термохімічні обчислення цілковитого згоряння пароподібного гексахлорциклогексану в повітрі, яке супроводжується утворенням молекулярного хлору, що доведено термохімічними обчисленнями:



Нижня стандартна ентальпія згоряння гексахлорциклогексану ($\Delta H_{\text{н. згор. C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6(\text{r})}^{\circ}$) становить $-3108,1$ кДж/моль, а в перерахунку на 1 кг речовини, тобто теплотворна спроможність $Q_{\text{н. згор. C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6(\text{r})} = +10680,8$ кДж/кг.

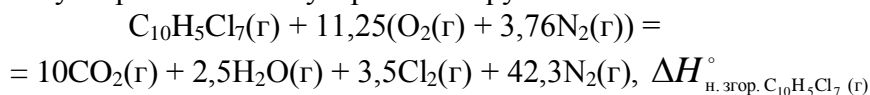
Утворення ж гептахлору C₁₀H₅Cl₇ в стандартних умовах так само відбувається у дві стадії:



Зважаючи на відомі значення $E_{\text{атоміз. (графіту)}}$, $E_{\text{H-H}}$, $E_{\text{Cl-Cl}}$ [17, 18] і $\Sigma E_{\text{хім. зв'язків (C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7)}$ (табл.), визначаємо стандартну ентальпію утворення гептахлору в пароподібному стані ($\Delta H_{\text{утв. C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7(\text{r})}^{\circ}$):

$$\Delta H_{\text{утв. C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7(\text{r})}^{\circ} = \Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ} = +34 \text{ кДж/моль}$$

Знайдене значення $\Delta H_{\text{утв. C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7(\text{r})}^{\circ}$ дає нам змогу виконати термохімічні обчислення цілковитого згоряння гептахлору у повітрі, яке, як і у випадку з гексахлорциклогексаном, теж супроводжується утворенням молекулярного хлору:



Нижня стандартна ентальпія згоряння гептахлору ($\Delta H_{\text{н. згор. C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7 (\text{r})}^\circ$) становила $-4175,5$ кДж/моль, а в перерахунку на 1 кг речовини, тобто теплотворна спроможність $Q_{\text{н. згор. C}_{10}\text{H}_5\text{Cl}_7 (\text{r})} = +11179,4$ кДж/кг.

Хроматографія в тонкому шарі сорбенту [19]. Для виявлення ГХЦГ і ГПХ використовували добре промитий і висушений силікагель КСК (крупний силікагель крупнопористий). На скляні пластини (9×16 см) наносили суспензію, що складалась з 4,06 г силікагелю КСК, 0,23 г медичного гіпсу і 10 мл води. Однорідну масу рівномірно розподіляли на пластинках. Пластини висушували на повітрі, а перед використанням активували в термостаті при 110°C впродовж 1 год. При дослідженнях використовували також готові пластинки «силуфол» (15×15 см).

За 1 год. до початку хроматографування камери насичували паром розчинника (100 мл бензену). На лінію старту пластинок з силікагелем і силуфолом наносили по 0,02 мл (20 мкг) спиртових розчинів ГХЦГ і ГПХ. Праворуч на цих самих пластинках наносили розчин суміші вказаних речовин. Розчинник під дією капілярних сил потрапляє на пластинку з dna камери і піднімає досліджувані речовини догори. Коли фронт розчинника піднявся на 10 см від лінії старту, пластини виймали з камери і висушували на повітрі. Для проявлення хроматограм пластинки обприскували реагентом, що містив у своїй основі аргентум нітрат (AgNO_3) і підсушували на повітрі. Після цього пластинки опромінювали ультрафіолетовим світлом. В присутності ГХЦГ і ГПХ з'являються темні плями відновленого металічного срібла.

Для проявлення хроматограм готували розчин, додаванням до 5 мл дистильованої води 0,5 г AgNO_3 , 5 мл амоніаку і 90 мл ацетону [2].

Одержані значення R_f для ГХЦГ на пластинках «силуфол» 0,50–0,54, для ГПХ – 0,64–0,67, а на пластинках з силікагелем КСК 0,41–0,44 для ГХЦГ і 0,58–0,60 для ГПХ. Наведені значення R_f показують, що досліджувані препарати можна розділити і ідентифікувати методом хроматографії в тонкому шарі сорбенту. Розділення відбувається завдяки тому, що часовий проміжок переходу двох речовин з однієї фази в іншу різний, а, отже, швидкості переміщення цих речовин по пластинці теж різні.

Для оцінювання переваг будь-якого методу ідентифікації речовин важливими характеристиками є тривалість проведення аналізу і чутливість методу. Нами встановлено, що часовий проміжок, необхідний для розгортання хроматограм в заданій системі розчинників становить 40 хв. для пластинок з силікагелем КСК і 26 хв. для пластинок «силуфол». Межа виявлення препаратів 2 мкг в 0,02 мл розчину.

Газова хроматографія [20-22]. Нами була опрацьована методика газохроматографічного аналізу ГХЦГ і ГПХ з використанням полум'яно-іонізаційного детектора. Запропоновані нами умови хроматографування: хроматограф «Цвет-304» з полум'яно-іонізаційним детектором, скляна колонка з внутрішнім діаметром 3 мм і довжиною 180 см, нерухома фаза 3% OV-17 (неполярна фаза), температура колонки 180°C, випаровувача 230°C, газ-носії азот (швидкість 70 $\text{дм}^3/\text{хв.}$), швидкість повітря 300 $\text{дм}^3/\text{хв.}$, швидкість водню 30 $\text{дм}^3/\text{хв.}$

Готували 4% розчини ГХЦГ і ГПХ в етанолі. По 3 мкл розчину кожного препарату окремо і в суміші вводили в хроматограф і проводили аналіз при зазначених вище умовах.

Для визначення ГХЦГ і ГПХ в повітрі використовували аспіратор, сполучений з трубою, заповненою ватою (0,5 г). Крізь трубку пропускали 20 дм^3 досліджуваного повітря (1 $\text{дм}^3/\text{хв.}$). Вату виймали, клали в склянку і тричі промивали етанолом (по 5 мл). Спиртові витяжки об'єднували і випаровували до об'єму 0,5 мл. Одержаний розчин використовували для виявлення ГХЦГ і ГПХ газохроматографічним методом, як описано вище, і методом хроматографії в тонкому шарі сорбенту.

Коли досліджувана суміш проходить крізь хроматографічну колонку, її компоненти селективно утримуються нерухомою фазою, а потім виходять із колонки і реєструються детектором, сигнали якого автоматично записуються у вигляді хроматограми (рис.). Кожному компоненту суміші на хроматограмі відповідає окремий пік.

Ідентифікацію компонентів суміші проводили за тривалістю утримування Δt (хв.). Збіг тривалості утримування еталону і досліджуваного розчину вказує на їх ідентичність. Встановлено, що тривалість утримання ГХЦГ 7 хв., а ГПХ 12 хв. Середній результат отримували за результатами п'ятьох аналізів.

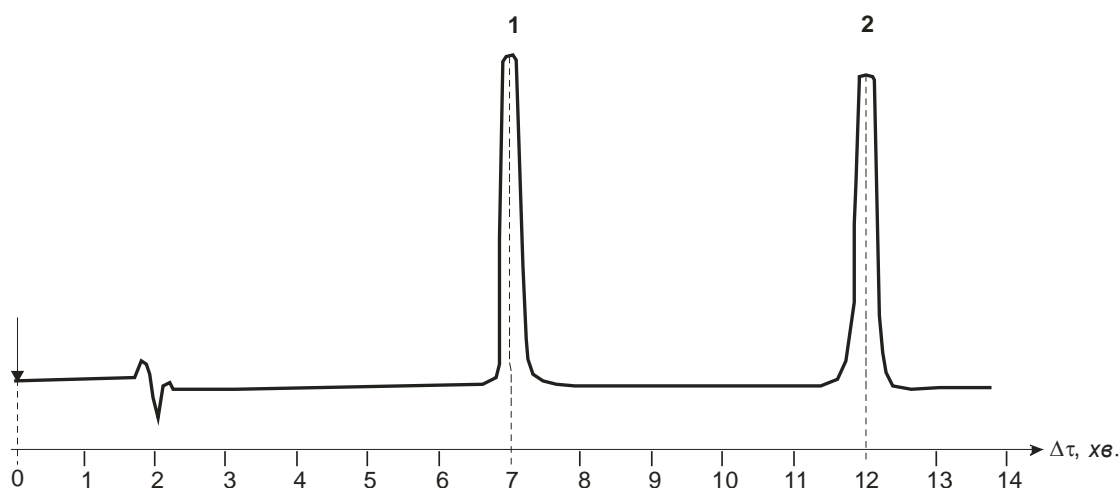


Рис. Хроматограма розділення гексахлорциклогексану (1) і гептахлору (2)

Для виділення ГХЦГ і ГПХ з харчових продуктів рослинного походження досліджуваний матеріал подрібнювали і екстрагували діетиловим етером (або гексаном, бенzenом, чи карбонтетрахлоридом) 3 рази по 50 мл. Об'єднані витяжки очищували додаванням активованого вугілля. Після випарювання органічного розчинника осад розчиняли в 2 мл діетилового етеру і проводили аналіз як методом хроматографії в тонкому шарі сорбенту, так і методом газової хроматографії.

Якщо значення R_f і тривалість утримування ГХЦГ і ГПХ, виділених з оброблених отрутохімікатами харчових продуктів рослинного походження, збігаються з параметрами, притаманними чистим препаратам, то це є незаперечним доказом наявності отруйних речовин в досліджуваних об'єктах.

Висновки. Дослідження властивостей таких індивідуальних отрутохімікатів як гексахлорциклогексан і гептахлор показали, що, з одного боку, ГХЦГ і ГПХ є дуже токсичними речовинами для людей і тварин, а з іншого – горючими речовинами. Під час їх горіння вивільняється вкрай токсичний продукт згорання – молекулярний хлор. Тому, на екологічно несприятливих територіях, де неможливо уникнути впливу підвищених кількостей хлорумісних пестицидів, потрібно рекомендувати населенню і персоналу, що працює з отрутохімікатами, з профілактичною метою підвищувати рівень своєї інформованості про засоби збереження здоров'я. Для ідентифікації гексахлорциклогексану і гептахлору і їх розділення в сумішах, а також виявлення цих речовин в повітрі і харчових продуктах рослинного походження, які були оброблені цими отрутохімікатами, доцільно використовувати такий метод фізико-хімічного аналізу як одномірна висхідна хроматографія в тонкому шарі сорбенту і газорідна хроматографія за запропонованими нами методиками.

Список літератури:

1. **Справочник** по пестицидам. Под ред. Л.И. Медведя. – К: Урожай, 1974. – 448 с.
2. **Крамаренко В.Ф., Туркевич Б.М.** Анализ ядохимикатов. – М.: Химия, 1978. – 264 с.
3. **Царев С.Г.** Токсикология ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве. – М.: Россельхозиздат, 1969. – 176 с.
4. **Антонов А.В., Крышталь В.Н.** Пожарная опасность хранения, перезатаривания и транспортирования непригодных и запрещенных к применению пестицидов // Матер. XXII Междун. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы пожарной безопасности». – Москва, 2010. – Ч. 1. – С. 38-40.
5. **Антонов А.В., Дунюшкин В.А., Лигостаева Е.В.** Состояние и пути решения проблемы уничтожения в Украине стойких органических загрязнений (СОЗ). // Матер. IX науч.-практ. конф. «Переработка энергоресурсных отходов. Обеспечение экологической безопасности». – Киев, 2006. – С. 5-7.
6. **Мельников Н.Н.** Химия и технология пестицидов. – М.: Химия, 1974. – 776 с.
7. **Сборник** официальных материалов по контролю за ядохимикатами, применяемыми в сельском хозяйстве. (Под ред. П.П. Лярского). – М.: Медицина, 1966. – 408 с.
8. **Антонов А.В., Кришталь В.Н.** Пожежна небезпека непридатних та заборонених до застосування пестицидів // Зб. тез допов. Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми екологічної безпеки та якості середовища». – Львів, 2010. – С. 98.
9. **Цвейг Г.** Методы анализа пестицидов. Пер. с англ. (под ред. Н.Н. Мельникова). – М.: Химия., 1967. – 558 с.
10. **Клименко М.А., Лебедева М.А.** Определение малых количеств ядохимикатов в воздухе, продуктах питания, биологических и других средах. – К.: Гос. мед. изд.-во УССР, 1964. – 183 с.
11. **Годованець Н.М., Щербина О.М., Меньшикова О.В., Михалічко Б.М.** Стереохімічний та термохімічний аналіз сполук купруму(І) як основа пошуку ефективних інгібіторів горіння органічних речовин // Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. «Пожежна безпека-2007». – Черкаси, 2007. – С. 36-37.
12. **Швайкова М.Д.** Токсикологическая химия. – М.: Медицина, 1975. – 376с.
13. **HyperChem professional version 6,03.** Practical Guide. Hypercube, Inc. 1996. – 350 p. <http://www.hyper.com>
14. **Хигаси К., Баба Х., Рембаум А.** Квантовая органическая химия. – М.: Мир, 1967. – 379 с.
15. **ГОСТ 12.1.044-89.** Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
16. **Михалічко Б.М.** Курс загальної хімії. Теоретичні основи. – К.: Знання, 2009. – 548 с.
17. **Pankratz L.B.** Thermodynamic properties of halides. – Washington: U.S. Dept. Interior, 1984. – 826 p.
18. **Карапетьянц М.Х.** Химическая термодинамика. – М.: Химия, 1975. – 584 с.
19. **Лурье А.** Сорбенты и хроматографические носители. – М.: Химия, 1972. – С. 160-162.
20. **Болотов В.В., Стадниченко Е. І., Бондар В. С.** Посібник до практичних занять з токсикологічної хімії. – Харків: Основа, 1997. – 169 с.
21. **Столяров В.Б., Савинов И.М., Вигденберг А.Г.** Руководство к практическим работам по газовой хроматографии. – Л.: Химия, 1998. – 336 с.
22. **Хахенберг Х., Шмидт Т.А.** Газохроматографический анализ равновесной газовой фазы. – М.: Медицина, 1979. – С. 3-7.

ГОРЮЧИЕ И ТОКСИЧНЫЕ СВОЙСТВА ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЯДОХИМИКАТОВ И МЕТОДИКИ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

При помощи квантово-химического (за программой HyperChem professional version 6,03, используя полуэмпирический метод расчета молекулярных орбиталей в приближении ZINDO/1) и термодимического анализов изучена пожарная и токсикологическая опасность гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и гептахлора (ГПХ). Предложена методика идентификации хлорсодержащих органических ядохимикатов в местах их скопления и пищевых продуктах растительного происхождения методами хроматографии в тонком слое сорбента и методом газовой хроматографии. Продолжительность газохроматографического анализа 12 мин.

Ключевые слова: хлорсодержащие органические ядохимикаты, пожарная и токсикологическая опасность, хроматография в тонком слое сорбента, газовая хроматография

O.Yu. Pazen, O. Shtcherbyna, B. Mykhalitchko

COMBUSTIBLE AND TOXIFEROUS PROPERTIES OF CHLORINATED ORGANIC CHEMICAL PEST-KILLERS AND METHODS OF THEIR DEFINITION

Through the quantum-chemical (HyperChem professional version 6,03 program, using a semiempirical computational method of molecular orbitals in approximation ZINDO/1) and thermochemical analyses the fire and toxicological danger of a hexachlorocyclohexane (HChCH) and heptachlor (HPCh) is investigated. The technique of identification chlorinated organic chemical pest-killers in places of their accumulation and foodstuff of a vegetative parentage by methods of a chromatography in a lamina of sorbent and gas chromatography method. A duration of a gas chromatography of the analysis 12 mines is offered.

Key words: chlorinated organic chemical pest-killers, fire and toxicological risk, chromatography in a lamina of sorbent, gas chromatography

