

**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ МОЗ УКРАЇНИ**

**ВАВРІНЕВИЧ Олена Петрівна**

УДК 613:351.77:632.952

**ГІГІЄНИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАУКОВИХ ОСНОВ  
ПРОВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНОГО СОЦІАЛЬНО-ГІГІЄНИЧНОГО  
МОНІТОРИНГУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ФУНГІЦИДІВ В  
АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

14.02.01 – гігієна та професійна патологія

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора медичних наук

**Київ – 2017**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця МОЗ України.

### **Науковий консультант**

доктор медичних наук, професор **Омельчук Сергій Тихонович**, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, директор Інституту гігієни та екології, професор кафедри гігієни харчування.

### **Офіційні опоненти:**

доктор медичних наук, професор **Білецька Елеонора Миколаївна**, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», завідувач кафедри загальної гігієни;

доктор медичних наук, професор **Козярін Іван Петрович**, Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, завідувач кафедри гігієни харчування і гігієни дітей та підлітків;

доктор медичних наук, професор **Турос Олена Ігорівна**, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», завідувач лабораторії якості повітря.

Захист відбудеться «20» квітня 2017 року о 13<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.003.01 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця за адресою: 03057, м. Київ-57, пр. Перемоги, 34, санітарно-гігієнічний корпус, аудиторія №2.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного медичного університету імені О.О. Богомольця за адресою: 03057, м. Київ-57, вул. Зоологічна, 1.

Автореферат розісланий «17» березня 2017 р.

**Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
к.мед.наук, доцент**

**В.Б. Замкевич**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сьогодні в Україні актуальним є питання адаптації та гармонізації нормативної бази в сфері застосування пестицидів до міжнародних стандартів, оскільки лише такий підхід забезпечить успішну євроінтеграцію України (ЗУ «Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського союзу», 2004; Розпорядження КМУ «Про схвалення розроблених Міністерством охорони здоров'я планів імплементації деяких актів законодавства ЄС», 2014). Угода про асоціацію між Україною та ЄС має на меті збереження, захист, поліпшення і відтворення якості навколишнього середовища, захист громадського здоров'я та раціональне використання природних ресурсів (Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, 2014). Одним із шляхів вирішення цих проблем є удосконалення та впровадження системи соціально-гігієнічного моніторингу застосування пестицидів в агропромисловому комплексі України (Проданчук М.Г., Корецький В.Л., Орлова Н.М., 2007; Тимошина Д.П., 2011; Бабиенко В.В., Михайленко В.Л. и др., 2015).

Відомо, що одним із провідних факторів ризику негативного впливу антропогенних чинників на стан здоров'я населення і працівників є застосування пестицидів, особливо тих, які використовують з великими нормами витрат (Проданчук М.Г., 2007; Вороненко В.В., Скалецький Ю.М., Торбін В.Ф., 2011; Кундієв Ю.І., Трахтенберг І.М., Чернюк В.І. та ін., 2012; Демченко В.Ф., Александрова Л.Г., Клісенко М.А. и др., 2012). Неконтрольоване використання пестицидів для захисту сільськогосподарських культур може призвести до зрушень у стані здоров'я працівників (Azmi M.A., Naqvi S.N.H., Akhtar K., 2009; Харченко О.А., Балан Г.М., Бабиш В.А. и др., 2011; Эфендиев И.Н., 2010; Соколова М.П., 2012; Пынзару Ю.В., Васильев В.В., 2012; Calvert M., Beckman J., Vonnar Prado J., 2016). Є відомості про хронічний токсичний вплив пестицидів на здоров'я працівників (Новожилова Е.В., Білоус А.А., 2009; Зімба О.О., 2011) та розвиток віддалених наслідків (M.R. Bonner, L.E. Veane Freeman, J.A. Hoppin, 2016).

Токсиколого-гігієнічними особливостями пестицидів є: навмисне їх внесення в об'єкти навколишнього середовища; невідворотність циркуляції в довкіллі; можливість контакту з залишковими кількостями пестицидів значних мас населення; висока біологічна активність, направлена на знищення живих шкідливих об'єктів (Потапов А.И., Ракитский В.Н., 2010). Саме за умови збільшення обсягів застосування їх залишки або продукти метаболізму можуть накопичуватись в об'єктах довкілля, мігрувати по харчових ланцюгах і викликати небажані ефекти, забруднюючи ґрунт, харчові продукти та питну воду (Бреславец А.І., Юрченко А.І., 2009; Давлетов Р.Д., Чикишева Г.Е.,

Галиахметов Р.Н., 2010; Коваль В.В., Наталочка В.О., Ткаченко С.К. та ін., 2011).

Зважаючи на масштаби застосування фунгіцидів і враховуючи те, що споживання фруктів та овочів є обов'язковою складовою раціонального харчування, їх негативному впливу можуть піддаватись широкі верстви населення, в т.ч. і діти. Щорічне розширення асортименту пестицидів, а також їх масове, часто безконтрольне використання в сільському господарстві, різко загострюють проблему посилення контролю вмісту залишкових кількостей пестицидів в харчових продуктах та продовольчій сировині (Докашенко Д.А., Давидюк Л.И., Трокай А.Н. и др., 2012), особливо з огляду на той факт, що для обробки овочевих та фруктових культур, які вживаються населенням без попередньої обробки в сирому вигляді, фунгіциди використовують дво- та трикратно. Крім того, в Україні чинні методичні підходи з обґрунтування розрахункових гігієнічних нормативів у воді водойм фосфорорганічних, хлорорганічних та ін. сполук, більшість з яких на сьогоднішній день заборонені до застосування. Це обумовлює необхідність удосконалення методичних підходів до нормування сполук нових хімічних класів, які найбільш широко використовуються в нашій державі.

Відсутність в Україні чітких науково-методичних підходів до проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу при застосуванні фунгіцидів в агропромисловому комплексі обумовило актуальність даного дослідження, визначило його мету та завдання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота є фрагментом державної Галузевої програми «Захист рослин 2008-2015»; ініціативно-пошукових науково-дослідних робіт: «Токсиколого-гігієнічні та екологічні основи захисту промислових насаджень і розсадників зерняткових культур від основних шкідників, хвороб і бур'янів» (№ держреєстрації 0106U007404, 2006-2009 рр.), «Токсиколого-гігієнічна оцінка бакових сумішей пестицидів при їх застосуванні для захисту культур від основних шкідників, хвороб і бур'янів» (№ держреєстрації 0113U000062, 2013-2015 рр.); госпдоговірних науково-дослідних робіт: №№ держреєстрації 0112U004926; 0112U001955; 0106U007144; 0106U003169; 0111U006277; 0106U008663; 0107U004345; 0111U002016; 0113U001814; 0107U005170; 0112U006109; 0112U005834; 0107U010902; 0108U000701; 0108U003287; 0109U003652; 0109U004041; 0109U005619; 0110U002938; 0110U007523; 0114U005159. Робота виконана відповідно до ЗУ «Про пестициди і агрохімікати» від 2 березня 1995 року № 86/95-ВР та ЗУ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 року № 4004-ХІІ та Постанови КМУ № 182 від 22 лютого 2006 р. «Про затвердження Порядку проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу».

**Метою дослідження** є гігієнічне обґрунтування наукових основ проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу при застосуванні фунгіцидів в агропромисловому комплексі України з метою збереження та зміцнення здоров'я працівників і населення в цілому.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

1. Дослідити стан асортименту і обсягів застосування фунгіцидів в сучасному сільськогосподарському виробництві України та встановити критерії відбору класів фунгіцидів при обґрунтуванні програми соціально-гігієнічного моніторингу.

2. Провести порівняльну токсикологічну оцінку фунгіцидів класів триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів, анілідів та встановити пріоритетні критерії оцінки їх небезпечності для проведення моніторингових досліджень.

3. Визначити та здійснити порівняльний аналіз потенційного ризику шкідливого впливу фунгіцидів досліджуваних класів на організм працівників при їх комплексному надходженні через дихальні шляхи і шкіру та різних видах застосування (штангове, вентиляторне та ранцеве обприскування) з метою встановлення найбільш небезпечних сполук.

4. Оцінити потенційний комбінований ризик небезпечного впливу на працівників сумішевих (комбінованих) фунгіцидів при різних способах їх застосування для виявлення критеріїв їх небезпечності.

5. Вивчити особливості процесів деградації фунгіцидів різних класів у ґрунті, зеленій масі рослин та плодах при їх застосуванні в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, провести порівняльну оцінку їх стійкості та персистентності у ґрунті, рослинах з метою встановлення найбільш небезпечних сполук.

6. Здійснити порівняльну оцінку екотоксикологічного ризику для довкілля фунгіцидів обраних класів та розробити метод комплексної оцінки ймовірного негативного впливу пестицидів при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води.

7. Обґрунтувати гігієнічні нормативи та регламенти безпечного застосування фунгіцидів в умовах агропромислового комплексу та приватних господарств України.

8. Науково обґрунтувати та розробити математичні моделі прогнозування нормативу сучасних пестицидів різних груп та хімічних класів у воді водойм господарсько-питного призначення.

9. Удосконалити науково-методичні підходи до проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу при застосуванні фунгіцидів в сучасному сільськогосподарському виробництві України.

*Об'єкт дослідження* – соціально-гігієнічний моніторинг за застосуванням фунгіцидів в агропромисловому комплексі України.

*Предмет дослідження* – обсяги застосування фунгіцидів в агропромисловому комплексі України; токсичність фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів; ризики для професійних контингентів та населення; процеси деградації фунгіцидів в повітрі, ґрунті, сільськогосподарській сировині; гігієнічне нормування та регламентація пестицидів.

*Методи досліджень* – лабораторний та натурний гігієнічні експерименти, фізико-хімічні (хроматографічні), органолептичні, фізичні, математичного моделювання, картографування та статистичного аналізу.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що вперше здійснено гігієнічну оцінку сучасного асортименту та обсягів застосування фунгіцидів в агропромисловому комплексі України та встановлено критерії відбору класів фунгіцидів при обґрунтуванні програми соціально-гігієнічного моніторингу.

На підставі порівняльної токсикологічної оцінки фунгіцидів, гігієнічної оцінки умов праці та прогнозування потенційного ризику можливого їх небезпечного впливу на працівників, вперше в умовах агропромислового комплексу України встановлені найбільш небезпечні сполуки та запропоновані основні критерії моніторингу для визначення ступеня небезпечності досліджуваної групи пестицидів.

Оцінка результатів вмісту залишкових кількостей фунгіцидів досліджуваних класів у ґрунті, зеленій масі рослин, плодах сільськогосподарських культур дала змогу розрахувати періоди їх напівруйнації в різних ґрунтово-кліматичних умовах України та встановити найбільш небезпечні сполуки. Вперше на території України було проведено порівняльну оцінку ризику забруднення ґрунтових вод та екотоксикологічного ризику при застосуванні фунгіцидів та оцінено їх персистентність.

Удосконалені науково-методичні підходи щодо моніторингу фунгіцидів при їх застосуванні в агропромисловому комплексі України. Розроблено метод комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води, який дозволить оцінити ризик їх несприятливого впливу на здоров'я населення при споживанні забрудненої води.

Удосконалено методику та запропонований алгоритм обґрунтування розрахункового нормативу пестицидів у воді водойм господарсько-побутового призначення. Вперше в Україні оцінено закономірності поведінки фунгіцидів в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині в межах одного хімічного класу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати токсиколого-гігієнічної оцінки фунгіцидів дозволили обґрунтувати 171 гігієнічний норматив та регламент безпечного застосування, в тому числі 45 максимально допустимих рівнів (МДР), строків очікування до збору врожаю – 42, строків виходу працівників на оброблені території – 84, які затверджені постановами Головного державного санітарного лікаря України (№ 3 від 17.03.2005, № 20 від 15.12.2005, № 15 від 19.04.2006, № 38 від 06.12.2006, № 39 від 15.12.2006, № 42 від 19.12.2006, № 10 від 10.04.2007, № 33 від 10.12.2007, № 37 від 17.12.2007, № 9 від 29.02.2008, № 19 від 19.12.2008, № 4 від 02.03.2009, № 7 від 13.03.2009, № 33 від 26.11.2009, № 35 від 21.12.2009, № 1 від 21.01.2010, № 14 від 30.04.2010, № 40 від 15.12.2010) та включені в ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-000-2001 і

доповнення до ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті».

Науково обґрунтовано та розроблено 12 моделей прогнозування розрахункового нормативу у воді водойм господарсько-питного призначення сучасних пестицидів різних класів. Запропонований алгоритм дозволяє суттєво спростити процедуру отримання тимчасового гігієнічного нормативу у воді нових пестицидів.

У ході проведених досліджень було розроблено та опубліковано 8 патентів на корисну модель (№ 47987 від 25.02.2010, № 60293 від 10.06.2011, № 62168 від 10.08.2011, № 62169 від 10.08.2011, № 64196 від 25.10.2011, № 64195 від 25.10.2011, № 05293 від 12.10.2015, № 105429 від 25.03.2016) та 13 методичних вказівок з визначення залишкових кількостей пестицидів в ґрунті, воді, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі та сільськогосподарській сировині (№№ 608-2006, 728-2007, 785-2007, 802-2007, 803-2007, 867-2008, 868-2008, 906-2009, 907-2009, 908-2009, 909-2009, 910-2009, 911-2009, 912-2009, 913-2009, 924-2009), які погоджено Державною санітарно-епідеміологічною службою України і затверджено Міністерством екології та природних ресурсів України.

На підставі комплексного аналізу застосування фунгіцидів на території України запропоновано схему функціонування системи соціально-гігієнічного моніторингу і профілактики негативного впливу хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) на здоров'я населення та модель управління екологічним і професійним ризиком небезпечного впливу на здоров'я працівників, населення та об'єкти довкілля.

За участю автора опубліковано 2 інформаційних листи: «Модель управління екологічним та професійним ризиком небезпечного впливу фунгіцидів різних класів на здоров'я працівників, населення та об'єкти довкілля» (№ 21-2016), «Моделі прогнозування розрахункового нормативу пестицидів у воді водойм господарсько-питного призначення» (№ 22-2016).

Результати дослідження впроваджені в практичну роботу Інституту медицини праці НАМН України, Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя», Інституту гігієни та екології НМУ імені О.О. Богомольця, Інституту захисту рослин НААН України, а також у навчальний процес гігієнічних кафедр Дніпропетровської медичної академії, Вінницького Національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика.

Обґрунтовані гігієнічні нормативи, регламенти безпечного застосування фунгіцидів та методичні вказівки використовуються фахівцями МОЗ України, Державної служби України з питань праці, Держпродспоживслужби України, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства аграрної політики України при здійсненні контролю за безпечним для здоров'я професійних контингентів, населення і об'єктів довкілля використанням хімічних засобів захисту рослин.

**Особистий внесок здобувача** полягає в проведенні патентно-інформаційного пошуку, формулюванні мети і завдань дослідження, визначенні методології та програми їх реалізації. Автором самостійно здійснено аналіз динаміки асортименту та обсягів застосування фунгіцидів за останні 10 років, з використанням статистичних методів та методу картографування, проведено порівняльну токсикологічну оцінку та класифікацію досліджуваних фунгіцидів різних класів.

Дисертантка брала участь у гігієнічних дослідженнях умов праці працівників при застосуванні фунгіцидів різних класів для захисту сільськогосподарських культур, що дозволило встановити регламенти, розробити інструкції та рекомендації з безпечного застосування досліджуваних пестицидів. Автором здійснено порівняльну оцінку потенційного ризику можливого небезпечного впливу досліджуваних фунгіцидів різних класів на працівників при їх комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру, а також комбінованого ризику при застосуванні сумішевих фунгіцидів, які містять декілька діючих речовин.

Здобувачкою взято участь у кількісному визначенні залишкових кількостей досліджуваних діючих речовин методами газорідної хроматографії в об'єктах навколишнього середовища (атмосферному повітрі, повітрі робочої зони, ґрунті), в плодах та зеленій масі рослин; розробці методичних вказівок з визначення фунгіцидів в об'єктах довкілля, сільськогосподарській сировині та патентів на корисну модель, які здійснені на базі Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (керівник групи к.х.н. Гиренко Д.Б.)<sup>1</sup>.

Автором дисертаційної роботи самостійно проведено розробку моделей прогнозування розрахункового нормативу у воді водойм пестицидів різних груп та хімічних класів.

На підставі даних, отриманих в ході натурних досліджень, автором було проведено порівняльну оцінку ризику забруднення підземних вод фунгіцидами різних хімічних класів, потенційної екотоксикологічної небезпеки для довкілля при застосуванні фунгіцидів та їх персистентності.

Дисертанткою самостійно здійснено статистичну обробку, аналіз та інтерпретацію отриманих результатів, обґрунтування гігієнічних нормативів та регламентів безпечного застосування фунгіцидів, узагальнення та формулювання висновків.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації були викладені та обговорені на різних наукових форумах: *міжнародних* (Третій Міжнародний симпозіум «Методи хімічного аналізу» (м. Севастополь, 2008), Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому дню здоров'я (м. Київ, 2009), Міжнародна конференція «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (м. Запоріжжя, 2009), II (63) Міжнародний конгрес студентів і

---

<sup>1</sup> Автор висловлює щире подяку групі хіміків-аналітиків на чолі з к.х.н. Гиренко Д.Б. Інституту гігієни та екології НМУ імені О.О. Богомольця за консультативну та практичну допомогу, надану при виконанні окремих фрагментів роботи.



молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини» (м. Київ, 2009), Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому дню здоров'я «Урбанізація та здоров'я» (м. Київ, 2010), VI Международная конференция «Воздух' 2010» «Качество воздушной среды – потребление, здоровье, экономика» (г. Санкт-Петербург, 2010), 64 Міжнародна науково-практична конференція студентів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини» (м. Київ, 2010), Шоста міжнародна науково-практична конференція «Розвиток наукових досліджень' 2010» (м. Полтава, 2010), XIII Конгрес Світової федерації українських лікарських товариств – 100 років українському лікарському товариству (1910-2010) (м. Львів, 2010), Всеукраїнська науково-практична конференція «XV Міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених» (м. Тернопіль, 2011), A One day work shop at Syngenta «Interaction of Pesticide Application and Formulation on Residues in Fruit and Vegetables» (UK, 2011), Сьома міжнародна науково-практична конференція «Розвиток наукових досліджень' 2011» (м. Полтава, 2011), Восьма міжнародна науково-практична конференція «Наукові дослідження – теорія та експеримент 2012» (м. Полтава, 2012), IV (66) Міжнародний науково-практичний конгрес студентів та молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини» (м. Київ, 2012), Восьма Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток наукових досліджень 2012», (м. Полтава, 2012), Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому дню здоров'я (м. Київ, 2013), Міжнародна конференція «Хімічна безпека: проблеми і рішення» (м. Севастополь, 2013), XII з'їзд ВУЛТ (м. Київ, 2013), 10th Joint CIPAC/FAO/WHO open meeting (57th CIPAC Meeting and 12th JMPS meeting) (м. Київ, 2013 р.), Друга Міжнародна конференція: «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення» (м. Ужгород, 2014), XV Конгрес СФУЛТ (м. Чернівці, 2014), Міжнародна науково-практична конференція до Всесвітнього дня здоров'я 2015 р. «Безпека харчових продуктів (м. Київ, 2015)); *та державних і регіональних* (III з'їзд токсикологів України «Сучасні проблеми токсикології. Безпека їжі та середовища життєдіяльності людини» (м. Київ, 2011), Науково-практична конференція «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (восьмі марзєєвські читання) (м. Київ, 2012), XV з'їзд гігієністів України «Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії» (м. Львів, 2012), науково-практична конференція (десяті марзєєвські читання) «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (м. Київ, 2014)).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 83 роботи, серед них 28 – у наукових фахових виданнях, з яких 12 – у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз, та 31 робота – у матеріалах і тезах конференцій, з яких 7 самостійні. Матеріали дисертації відображені в 13 методичних вказівках, 8 патентах на корисну модель, 2 інформаційних листах; розроблено та опубліковано 1 рекомендації по застосуванню пестицидів.

**Структура та обсяг дисертації.** Зміст роботи викладено на 233 сторінках основного тексту, ілюстровано 43 рисунками, 70 таблицями. Дисертація складається з вступу; 8 розділів, які включають аналітичний огляд літератури,

опис матеріалів та методів досліджень, результати власних досліджень, їх аналіз та узагальнення; висновків; рекомендацій; 11 додатків; списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг дисертації – 472 сторінки. Список використаних літературних джерел включає 438 найменувань, з яких 144 – іноземні.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Програма, об'єкти та методи дослідження.** Для реалізації поставлених завдань було проведено 23 серії натурних експериментів з гігієнічної оцінки умов праці при застосуванні 15 фунгіцидів; 56 серій натурних експериментів з вивчення поведінки досліджуваних фунгіцидів у об'єктах довкілля, зеленій масі рослин, плодах сільськогосподарських культур. Дослідження проведено в умовах різних кліматичних зон України: Поліській (Київська область), Лісостеповій (Вінницька, Київська, Полтавська, Черкаська області) та Степовій (Одеська, Херсонська області, АР Крим). При розробці розрахункових методів гігієнічного нормування пестицидів у воді водойм проведено 18 серій досліджень; проведено 19 серій лабораторних досліджень для розробки методів визначення фунгіцидів в об'єктах довкілля та рослинах. Узагальнена інформація про етапи, об'єкти, методи та обсяг досліджень наведена на рис. 1.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакету статистичних програми IBM SPSS StatisticsBase v.22 та MS Excel. При статистичному аналізі отриманих даних використано дескриптивну статистику; порівняння середніх значень змінних здійснювали за допомогою параметричних методів (t-критерію Стьюдента) при нормальному розподілі ознак, що виражені в інтервальній шкалі. Достовірними вважали відмінності з рівнем значущості більше 95 % ( $p < 0,05$ ). Відповідність закону нормального розподілу ознак перевіряли за допомогою метода Шапіро-Уїлка. Обґрунтування моделей прогнозування розрахункового нормативу у воді водойм проведено на підставі кореляційного та регресійного аналізів, враховуючи коефіцієнт детермінації, який найбільш повно апроксимує зв'язок між обраними параметрами і величиною ГДК у воді. Значимість отриманих рівнянь регресії перевіряли за F-статистикою Фішера, окремих коефіцієнтів в рівнянні регресії (Y, X) – за t-критерієм Стьюдента.

**Порівняльна токсиколого-гігієнічна оцінка фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів.** На підставі аналізу даних літературних джерел та результатів порівняльного аналізу токсичних властивостей діючих речовин фунгіцидів різних класів нами встановлено, що фунгіциди класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів у гострих дослідах на щурах, мишах та кролях при введенні у шлунок та нанесенні на шкіру є малотоксичними (IV клас небезпечності).

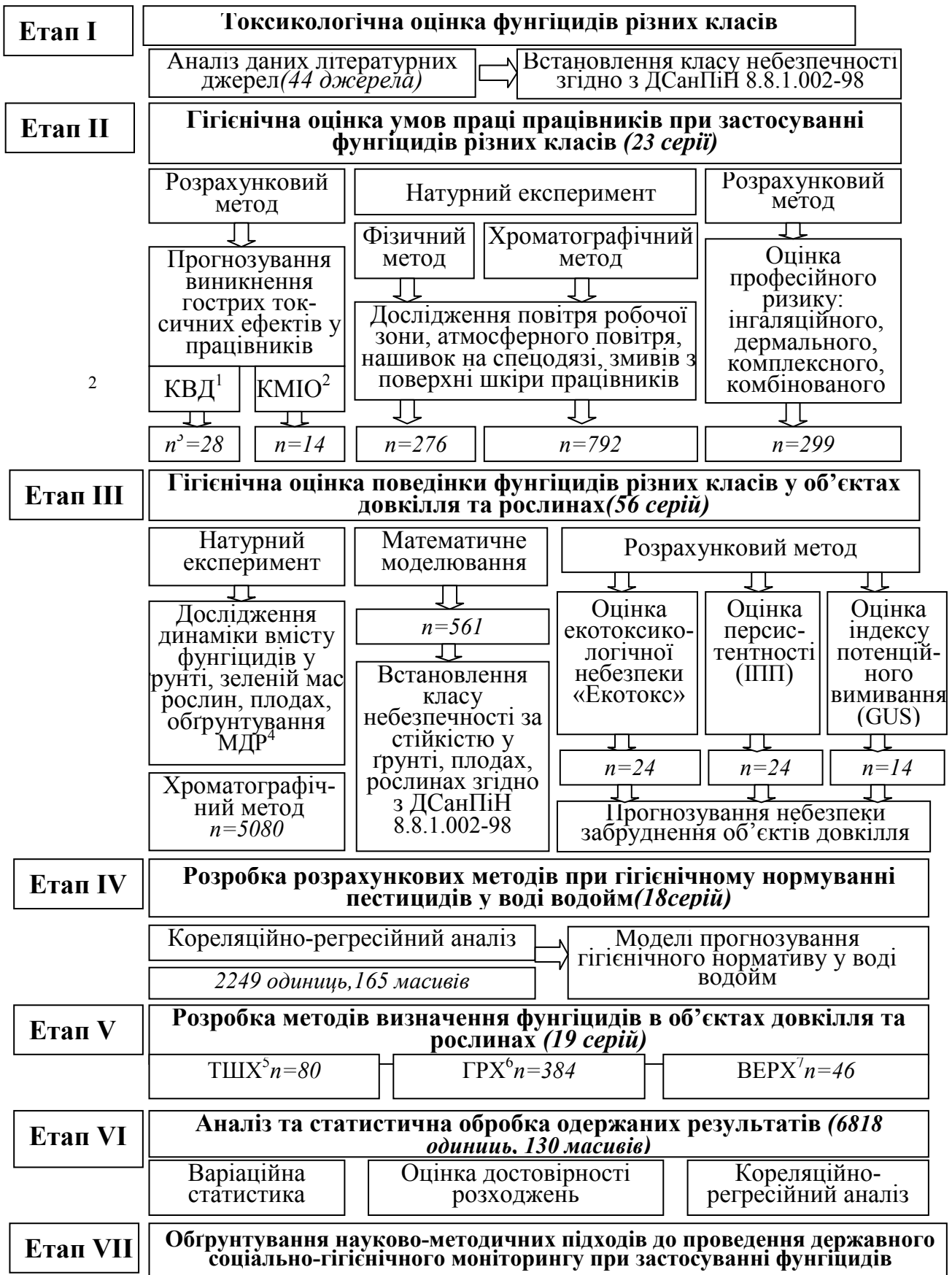


Рис. 1. Програма, матеріали та методи досліджень

<sup>1</sup> КВД – коефіцієнт вибірковості дії; <sup>2</sup> КМІО – коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння; <sup>3</sup> n – обсяг досліджень; <sup>4</sup> МДР – максимально допустимий рівень; <sup>5</sup> ТШХ – тонкошарова хроматографія; <sup>6</sup> ГРХ – газорідинна хроматографія; <sup>7</sup> ВЕРХ – високоефективна рідинна хроматографія.

При аналізі параметрів гострої інгаляційної токсичності було встановлено, що фунгіциди класу анілідів є помірно токсичними (III клас небезпечності) за цим показником, етилен-біс-дитіокарбамати і анілінопіримідини, триазоли, ціанопіроли та стробілурини є токсичними сполуками (II клас небезпечності) при інгаляційному надходженні.

Аналіз подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки тварин фунгіцидів різних класів показав, що фунгіциди класу ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів не мають подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки очей (IV клас небезпечності), стробілурини не мають подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки очей або спричиняють слабку подразнюючу дію (III-IV клас небезпечності); етилен-біс-дитіокарбамати і триазоли не мають подразнюючої дії або спричиняють помірну подразнюючу дію на шкіру та слизові оболонки очей (II-IV клас небезпечності). За алергенними властивостями більшість фунгіцидів віднесено до IV класу небезпечності (відсутні алергенні властивості), лише фунгіцидам класу етилен-біс-дитіокарбаматів властива виражена алергенна дія (I клас небезпечності).

Досліджувані фунгіциди класу аніліди за параметрами гострої токсичності відносяться до III класу небезпечності, етилен-біс-дитіокарбамати і анілінопіримідини, триазоли, ціанопіроли та стробілурини – II класу небезпечності. З позиції безпечності за токсикологічними характеристиками встановлено, що найбільш безпечними є фунгіциди класу анілідів.

Віддалені ефекти дії (мутагенна активність, канцерогенна дія, тератогенність, ембріотоксичність та репродуктивна токсичність) не є лімітуючими при токсикологічній оцінці фунгіцидів усіх досліджуваних класів. Піраклостробін (стробілурин) за репродуктивною токсичністю віднесено до III класу небезпечності, манкоцеб (етилен-біс-дитіокарбамат) – до порогових канцерогенів групи 2Б, валіфенал (анілінопіримідин), беналаксил (анілід) віднесено до малоймовірних канцерогенів для людини – III клас небезпечності у відповідності з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів. Лімітуючими ознаками при токсикологічній оцінці фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів є інгаляційна токсичність в гострому експерименті та загальнотоксична дія в хронічному експерименті на тваринах.

Показано, що у 72 % випадків величини ДДД, які затверджено в Україні, на порядок нижчі за величини ADI, що обґрунтовані фахівцями FAO/WHO.

Оцінку ризику небезпечного впливу фунгіцидів для населення здійснено за величиною ДДД, яка відноситься до інтегральних критеріїв небезпечності при тривалому надходженні в організм людини та враховує можливість виникнення віддалених ефектів дії. Нами встановлено, що триазоли (пенконазол, дифеноконазол), етилен-біс-дитіокарбамат (манкоцеб), анілід (беналаксил-М), анілінопіримідини (валіфенал) відносяться до небезпечних, тоді як триазол (тебуконазол), стробілурини (піраклостробін, трифлуксистробін, азоксистробін), етилен-біс-дитіокарбамат (метирам), ціанопірол (флудіоксоніл), анілід

(боскалід), анілінопіримідини (ципродиніл, піриметаніл) – до помірно небезпечних пестицидів.

**Порівняльна гігієнічна оцінка умов праці при застосуванні фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопірролів, анілінопіримідинів, анілідів.** На першому етапі нами проведено прогнозування виникнення отруєння за коефіцієнтами можливості інгаляційного отруєння (КМІО) та вибіркової дії пестициду при інгаляційному (КВД<sub>інг.</sub>) і при дермальному впливі (КВД<sub>д.</sub>). Встановлено, що найменшу небезпеку щодо можливості виникнення гострих інгаляційних отруєнь становлять діючі речовини (д.р.) класу анілінопіримідинів (КМІО  $5,1 \times 10^{-11}$  –  $9,1 \times 10^{-7}$ ), а найбільшу небезпеку становлять речовини класу етилен-біс-дитіокарбаматів (КМІО  $3,2 \times 10^{-7}$  –  $7,9 \times 10^{-6}$ ). Отримані результати показали, що за величиною КМІО усі досліджувані сполуки різних класів відносять до малонебезпечних пестицидів (IV клас безпеки).

За показником КВД<sub>інг.</sub> аніліди, ціанопірроли, анілінопіримідини (валіфенал), триазоли (пенконазол) мають достатню вибірковість дії, що вказує на відносну безпечність при надходженні інгаляційним шляхом. Значення КВД<sub>інг.</sub> діючих речовин класу стробілурини, етилен-біс-дитіокарбамати, анілінопіримідини (ципродиніл, піриметаніл), триазоли (дифеноконазол, тебуконазол) були в діапазоні (1-99), що вказує на низьку вибірковість дії та достатньо високу ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при інгаляційному шляху надходження до організму працівників. За коефіцієнтом вибіркової дії найменшу небезпеку при надходженні речовини інгаляційним шляхом становлять аніліди (КВД<sub>інг.</sub> 198,1-987,7), а найбільшу – етилен-біс-дитіокарбамати (КВД<sub>інг.</sub> 26,6-32,2).

Результати розрахунків показали, що показники вибіркової дії при дермальному надходженні (КВД<sub>д.</sub>) усіх досліджуваних сполук різних класів, за винятком манкоцебу, знаходяться на рівні  $\geq 100$  і свідчать про достатню вибірковість дії та відносну їх безпечність. Для манкоцебу характерна низька вибірковість дії, що вказує на достатньо високу ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при дермальному шляху надходження до організму працівників. За цим показником найменшу небезпеку становлять фунгіциди класу триазоли (КВД<sub>д.</sub> 496,3-4629,6), а найбільшу – етилен-біс-дитіокарбамати (КВД<sub>д.</sub> 69,9-176,4).

Порівняльний аналіз коефіцієнтів вибіркової дії при різних шляхах надходження зазначених сполук показав, що не залежно від хімічного класу фунгіцидів, достовірно вища небезпека виникнення гострих токсичних ефектів у працівників існує при інгаляційному надходженні, ніж при дермальному ( $p \leq 0,05$ ).

На наступному етапі дисертаційної роботи проведено натурні дослідження з вивчення умов праці працівників при застосуванні фунгіцидів різних класів. При вентиляторній обробці культур д.р. класу стробілуринів, ціанопірролів, анілідів та анілінопіримідинів в повітрі робочої зони заправників і трактористів не виявлено. При застосуванні фунгіцидів на основі речовин класу триазолів

виявлено лише пенконазол в повітрі робочої зони заправника у кількості  $0,005 \pm 0,0006$  мг/м<sup>3</sup>, тракториста –  $0,01 \pm 0,002$  мг/м<sup>3</sup>. В повітрі робочої зони заправників виявлено сполуки класу етилен-біс-дитіокарбаматів (метирам, манкоцеб) в кількості  $0,01 \pm 0,003$  мг/м<sup>3</sup>, тракториста –  $0,02 \pm 0,003$  мг/м<sup>3</sup>. Дослідження повітря робочої зони заправників при приготуванні робочих розчинів та трактористів при штанговій обробці культур показало, що д.р. фунгіцидів досліджуваних класів не виявлено в усіх випадках. При ранцевій обробці в повітрі робочої зони оператора було виявлено лише піриметаніл в кількості  $0,19 \pm 0,03$  мг/м<sup>3</sup>. Отримані результати показали, що при приготуванні робочих розчинів та різних видах обробки культур не спостерігається перевищення встановлених гігієнічних нормативів в повітрі робочої зони працівників.

При вентиляторній обробці культур д.р. фунгіцидів класу триазолів виявлено в змивах з поверхні рукавичок заправників в кількості 0,002-0,003 мг, стробілуринів – 0,0015-0,006 мг, етилен-біс-дитіокарбаматів 0,0013-0,0017 мг, ціанопіролів – 0,003 мг, анілінопіримідинів – 0,005-0,01 мг, анілідів – 0,006 мг. В нашивках на спецодязі заправників д.р. класу триазолів не виявлено, класу стробілурини виявлено в кількості 0,003 мг/дм<sup>2</sup>, етилен-біс-дитіокарбаматів 0,016 мг/дм<sup>2</sup>, ціанопіролів – 0,001 мг/дм<sup>2</sup>, анілінопіримідинів – 0,003-0,005 мг/дм<sup>2</sup>, анілідів – не виявлено. При проведенні вентиляторної обробки в нашивках на спецодязі трактористів досліджувані сполуки не виявлено, за винятком речовин класу етилен-біс-дитіокарбаматів, які знаходились в кількості 0,0025-0,003 мг/дм<sup>2</sup>.

При штанговій обробці культур д.р. фунгіцидів класу триазолів виявлено в змивах з поверхні рукавичок заправників в кількості 0,002 мг, стробілуринів – 0,005 мг, етилен-біс-дитіокарбаматів – 0,005-0,018 мг, анілінопіримідинів – 0,01 мг, анілідів – 0,018 мг. В нашивках на спецодязі заправників виявлено триазоли в кількості 0,002 мг/дм<sup>2</sup>, стробілурини – 0,006 мг/дм<sup>2</sup>, етилен-біс-дитіокарбамати – 0,006-0,016 мг/дм<sup>2</sup>, анілінопіримідини – 0,014 мг/дм<sup>2</sup>, аніліди – 0,016 мг/дм<sup>2</sup>. При проведенні штангової обробки в нашивках на спецодязі трактористів досліджувані сполуки не виявлено, за винятком речовин класу анілідів, які визначено в кількості 0,005 мг/дм<sup>2</sup>.

При ранцевій обробці культур д.р. фунгіцидів класу триазолів виявлено в змивах з поверхні рукавичок операторів в кількості 0,002-0,004 мг, стробілуринів – 0,003 мг, ціанопіролів – 0,002-0,008 мг, анілінопіримідинів – 0,0017-0,008 мг. В нашивках на спецодязі операторів сполуки класу триазолів виявлено в кількості 0,001 мг/дм<sup>2</sup>, стробілуринів – 0,002 мг/дм<sup>2</sup>, ціанопіролів – 0,009 мг/дм<sup>2</sup>, анілінопіримідинів – 0,009 мг/дм<sup>2</sup>.

У змивах з відкритих ділянок шкіри та шкіри під спецодягом працівників досліджуваних речовин різних класів не виявлено. Після проведення робіт у працівників не виникало погіршення самопочуття або подразнення шкіри та слизових оболонок очей. Необхідно відмітити, що отримані дані свідчать про те, що застосування індивідуальних засобів захисту, спецодягу надійно захищає працівників від потрапляння фунгіцидів на шкіру та слизові оболонки.

Отримані у ході натурних досліджень умов праці результати, були використані нами для комплексної оцінки ризику шкідливого впливу фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілідів, анілінопіримідинів на організм працівників у відповідності до затверджених наказом МОЗ України № 324 від 13.05.2009 р. методичних рекомендацій «Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгаляційного і перкутанного впливу пестицидів на осіб, які працюють з ними або можуть зазнавати впливу пестицидів під час і після хімічного захисту рослин та інших об'єктів».

Аналізуючи величини потенційного ризику можливого небезпечного впливу на працівників досліджуваних фунгіцидів встановлено, що, незалежно від способу їх застосування та характеру виконуваних операцій (приготування робочих розчинів, обприскування культур), дермальний ризик достовірно вищий, ніж інгаляційний ( $p \leq 0,05$ ). Комплексний ризик можливого шкідливого впливу на працівників при різних видах обробки не перевищував допустимий рівень (індекс небезпечності менше 1).

Зважаючи на те, що в структурі асортименту найбільшу частку становлять сумішеві фунгіциди та в процесі їх застосування можлива комбінована (одночасна) та комплексна дія декількох д.р. на працівників, була проведена гігієнічна оцінка комбінованого ризику при різних способах їх застосування (рис. 2, 3).

Порівняння величин комбінованого дермального, інгаляційного та комплексного ризиків для персоналу при проведенні різних видів обробок показало, що вони залежать від виду обробки. Так виявлено, що при вентиляторному обприскуванні величини комбінованого сумарного ризику достовірно вищі, ніж при ранцевому обприскуванні ( $p \leq 0,05$ ). Величини комбінованого сумарного ризику при вентиляторній і штанговій обробці достовірно не відрізняються ( $p > 0,05$ ).

Було показано, що застосування практично всіх досліджуваних сумішевих фунгіцидів є безпечним для персоналу, оскільки величини комбінованого ризику не перевищують 1 і є допустимими. Величини комбінованого ризику при застосуванні препаратів Фантік та Валіс М перевищують допустимий рівень.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що при застосуванні сумішевих фунгіцидів величини комбінованого комплексного ризику для працівників не завжди знаходяться в допустимих межах, що вказує на необхідність проведення заходів по зменшенню ризику (переривання шляхів впливу, зменшення його інтенсивності і тривалості шляхом захисту органів дихання і шкіри, обмеження кількості застосованого пестициду, тривалості робіт або контакту протягом доби).

Отримані результати дозволили науково обґрунтувати строки безпечного виходу працівників при застосуванні більшості досліджуваних фунгіцидів для проведення механізованих робіт – 3 доби, для проведення ручних робіт – 7 діб.

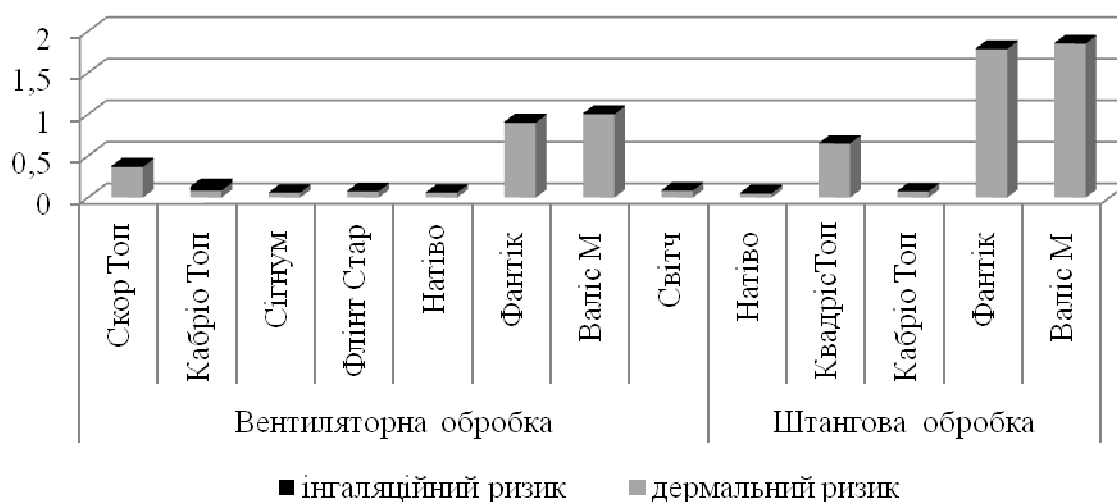


Рис. 2. Величини комбінованого ризику небезпечного впливу сумішевих фунгіцидів для заправників при вентиляторній та штанговій обробці культур

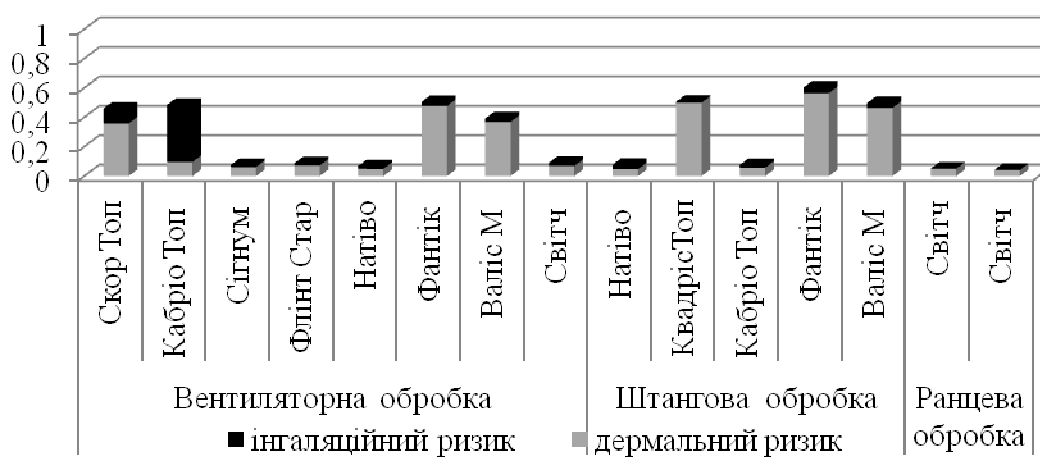


Рис. 3. Величини комбінованого ризику небезпечного впливу сумішевих фунгіцидів для трактористів при вентиляторній і штанговій обробці та операторів при ранцевій обробці культур

**Порівняльна гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів досліджуваних класів у ґрунті.** За результатами вивчення динаміки вмісту фунгіцидів різних класів у ґрунті встановлено, що початкові концентрації фунгіцидів класу триазолів становили 0,16-0,04 мг/кг, стробілуринів – 1,3-0,05 мг/кг, етилен-біс-дитіокарбаматів – 0,95-0,17 мг/кг, ціанопіролів – 0,21-0,2 мг/кг, анілідів – 0,42-0,2 мг/кг, анілінопіримідинів – 0,28-0,1 мг/кг. Початкові концентрації в ґрунті досліджуваних д.р. різних класів залежали від норми витрати фунгіцидів та оброблюваної культури. При зборі урожаю їх залишкові кількості у ґрунті не виявлено.

Математичне моделювання отриманих результатів дозволило розраховувати період напівруйнації ( $T_{50}$ ) фунгіцидів в ґрунті (табл. 1). Встановлено, що фунгіциди класу етилен-біс-дитіокарбаматів за стійкістю в ґрунті у ґрунтово-кліматичних умовах України є малонебезпечними і згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів віднесені до IV класу небезпечності, фунгіциди класу стробілуринів, ціанопіролів, анілідів та



анілінопіримідинів є помірно небезпечними (III клас небезпечності). Найстійкішими у об'єктах агроценозу виявились фунгіциди класу триазолів. Розходження значення  $T_{50}$  триазолів у ґрунті у порівнянні зі стійкістю фунгіцидів інших класів достовірні ( $p \leq 0,05$ ). Фунгіциди класу триазолів за стійкістю в ґрунті віднесені до II класу небезпечності – небезпечні сполуки. Для 11 з 14 досліджуваних фунгіцидів існують значимі відмінності між середньою персистентністю в ґрунтово-кліматичних умовах України та Європи. За кількісним критерієм відмінності значимі в більшості випадків, крім тебуконазолу, метираму та флудіоксонілу.

Як видно із таблиці 1 існує великий діапазон коливань значень  $T_{50}$  досліджуваних речовин в європейських країнах, що пов'язано з дослідженнями поведінки одного й того ж фунгіциду в різних регіонах Європи, які мають різні ґрунтово-кліматичні умови.

Таблиця 1

### Значення показників швидкості розкладання фунгіцидів у ґрунті

Клас фунгіцидів	№	Діюча речовина	$T_{50}^1$ , діб		$t_{1-2}$ $t_{1-3}$ $t_{2-3}$	$T_{50}^2$ , діб М ( $X_{\min}-X_{\max}$ )	$T_{50}^2 / T_{50}^1$
			$M \pm m$	$M \pm m$			
триазоли	1	тебуконазол	$32,3 \pm 0,6$	$31,6 \pm 0,6$	0,68 0,89 0,45	47,1 (25,8-91,6)	1,5
	2	пенконазол	$31,6 \pm 0,9$				
	3	дифеноконазол	$31,3 \pm 1,7$				
стробілурини	1	азоксистробін	$10,5 \pm 0,4$	$11,5 \pm 0,6^*$	0,17 2,40 2,09	180,7 (39-261,9)	17,2
	2	піраклостробін	$10,7 \pm 0,8$				
	3	трифлоркси-стробін	$13,8 \pm 1,3$				
етилен-біс-дитіокарбамати	1	метирам	$7,1 \pm 0,3$	$7,33 \pm 0,2^*$	1,19	7 (~7)	1,0
	2	манкоцеб	$7,5 \pm 0,2$				
ціанопіроли	1	флудіоксоніл	$14,1 \pm 0,4$	$14,1 \pm 0,4^*$	-	20,5 (8-43)	1,5
аніліди	1	боскалід	$13,8 \pm 0,9$	$11,7 \pm 1,2^*$	3,74	118 (28-372)	8,6
	2	беналаксил-М	$10,6 \pm 0,8$				
анілінопіримідини	1	ципродиніл	$12,3 \pm 0,8$	$11,7 \pm 0,6^3$	1,11 3,1 5,4	45 (11-98)	3,7
	2	піриметаніл	$11,0 \pm 0,8$				
	3	валіфенал	$7,8 \pm 0,6$				

Примітки: 1. <sup>1</sup> – результати власних досліджень; 2. <sup>2</sup> – дані досліджень в країнах ЄС (IUPAC); 3. <sup>3</sup> – середнє значення для ципродинілу та піриметанілу; 4. <sup>4</sup> –  $T_{50}^1 / T_{50}^2$ ; \* – середнє значення стабільності у ґрунті для досліджуваних речовин класу достовірно відрізняється від середнього значення для досліджуваних триазолів; 5. М – середнє значення, m – похибка середнього арифметичного, 6.  $X_{\min}$  – мінімальне значення, 7.  $X_{\max}$  – максимальне значення.

Оцінка екотоксикологічного ризику (Н.Н. Мельников, 1998) фунгіцидів досліджуваних класів показала, що у ґрунтово-кліматичних умовах України вони відносяться до малоекотоксичних пестицидів (І ступінь) (Э.Э. Ибрагимова, 2004). Екотоксикологічна небезпечність фунгіцидів класу триазоли, стробілурини, ціанопіроли, аніліди для біоценозів на 4 порядки нижча ніж ДДТ, на 1-2 порядки нижча, ніж сполук класу хлорацетанлідів, піразолів, на 2 порядки нижча, ніж сполук класу сим-триазинів. Порівняльний аналіз екотоксичності досліджуваних хімічних сполук з екотоксичністю сполук класу оксазоли, сульфоніламіно-карбоілтриазолінони, сульфонілсечовини, імідазолінони показав, що Екотокси досліджуваних фунгіцидів на 1-2 порядки вищі, ніж зазначених гербіцидів. Порівнюючи величини Екотоксу фунгіцидів різних класів та бензоілсечовин, синтетичних піретроїдів встановлено, що їх екотоксичність знаходиться на одному рівні.

Порівняння екотоксикологічного ризику фунгіцидів досліджуваних класів показало, що найнижчу екотоксичність мають анілінопіримідини – на 4-5 порядків нижче, ніж ДДТ. З точки зору екотоксикологічної небезпеки для біоценозів найбільшу небезпеку становлять фунгіциди класу етилен-біс-дитіокарбаматів – на 3-4 порядків нижче, ніж ДДТ.

За індексом персистентності пестицидів (Лунев М.И., 1992) рівень забруднення ґрунту фунгіцидами класу стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів, анілідів безпечний, за винятком триазолів, оскільки значення ІПП було на рівні  $< 5$ . При застосуванні фунгіцидів класу триазоли ІПП знаходився в діапазоні (5-20) і, відповідно, при застосуванні цього класу фунгіцидів ґрунт помірно безпечний. Порівняльна оцінка індексів персистентності пестицидів показала, що найбільшу небезпеку мають фунгіциди класу триазолів та етилен-біс-дитіокарбаматів, найменшу небезпеку – фунгіциди класу стробілуринів та анілідів.

**Порівняльна гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів досліджуваних класів у плодах та зеленій масі рослин.** В першу чергу, було проведено оцінку органолептичних властивостей (запах, колір, зовнішній вигляд) урожаю овочевих, зерняткових, кісточкових культур і винограду після обробки фунгіцидами та встановлено, що дані показники плодів не відрізнялись від контрольних зразків.

Вивчення динаміки вмісту д.р. фунгіцидів різних класів в зеленій масі та плодах культур показало, що в початкові терміни дослідження їх кількість залежала від норми витрати препаратів та виду оброблюваної культури. Вміст сполук класу триазолів в початкові терміни дослідження складав в зеленій масі рослин 0,08-0,1 мг/кг, в плодах кісточкових та зерняткових культур – в межах 0,03-0,1 мг/кг. В початкові терміни дослідження речовини класу стробілуринів виявлено в зеленій масі рослин в кількості 0,2-1,0 мг/кг, плодах – 0,05 мг/кг або не виявлено. В зеленій масі рослин етилен-біс-дитіокарбамати визначали в кількостях 2,3-2,67 мг/кг, плодах – 0,12-0,14 мг/кг. Флудіоксоніл (клас ціанопіролів) в початкові терміни дослідження виявлено в зеленій масі рослин в кількості 1,1-1,2 мг/кг, в плодах – 0,16-0,21 мг/кг. Вміст анілідів в зеленій масі

рослин на 1-3 добу після обробки складав 0,47-5,04 мг/кг, в плодах більшості культур досліджувані аніліди виявлено в кількості нижче межі визначення методу. Початкова концентрація анілінопіримідинів в зеленій масі рослин склала 0,53-1,5 мг/кг, в плодах – 0,15-0,26 мг/кг. У винограді виявлено сполуки класу триазолів в кількості 0,06-0,3 мг/кг, стробілуринів – 0,03-0,12 мг/кг, етилен-біс-дитіокарбаматів – 0,14-1,8 мг/кг, анілідів – 0,12-0,22 мг/кг, анілінопіримідинів – 0,2-0,41 мг/кг. В плодах овочевих культур початковий вміст триазолів складав 0,04-0,2 мг/кг, стробілуринів – 0,04-0,11 мг/кг, етилен-біс-дитіокарбаматів – 0,12-2,1 мг/кг, ціанопіролів – 0,12-0,15 мг/кг, анілідів – 0,1-0,13 мг/кг, анілінопіримідинів – 0,084-0,27 мг/кг. Протягом усього періоду вегетації культур вміст д.р. досліджуваних класів в зеленій масі рослин та плодах поступово знижувався. При зборі урожаю досліджуваних сполук в плодах не виявлено.

Враховуючи фактичні дані, які були отримані в ході натурних досліджень, нами було розраховано можливе надходження д.р. різних класів до організму людини з урахуванням середньодобового (сезонного) споживання фруктів, овочів та винограду (табл. 2).

Таблиця 2

**Можливе середньодобове надходження фунгіцидів різних класів з харчовими продуктами в організм людини**

Клас фунгіцидів	Діюча речовина	ДДН*, мг	Частка від ДДН, %	ДДН ХП**, мг	Частка від ДДН ХП, %
триазоли	тебуконазол	1,8	3,2	1,26	4,5
	пенконазол	0,42	1,9	0,294	2,7
	дифеноконазол	0,12	62,4	0,08	93,6
стробілурини	піраклостробін	1,8	3,1	1,26	4,4
	трифлуксистробін	1,2	1,8	0,84	2,6
	азоксистробін	1,8	3,9	1,26	5,7
етилен-біс-дитіокарбамати	метирам	1,2	4,0	0,84	5,7
	манкоцеб	0,3	13,2	0,21	18,8
ціанопіроли	флудіоксоніл	0,9	4,8	0,63	6,8
аніліди	беналаксил-М	0,3	18,5	0,21	26,4
	боскалід	2,4	3,2	1,68	4,6
аніліно-піримідини	ципродиніл	1,8	2,3	1,26	3,3
	валіфенал	0,3	18,5	0,21	26,4
	піриметаніл	1,2	3,2	0,84	4,6

П р и м і т к и: 1. «\*» – ДДН – допустиме добове надходження діючої речовини; 2. «\*\*» – ДДН ХП – допустиме добове надходження діючої речовини з харчовими продуктами.

При здійсненні розрахунків вважали, що залишкові кількості досліджуваних сполук у плодах сільськогосподарських культур будуть присутні на рівні межі кількісного визначення методу. Отримані дані співставляли з величинами допустимого добового надходження (ДДН), розрахованого на основі ДДД досліджуваних речовин, та з величинами допустимого добового надходження з харчовими продуктами (ДДН ХП), які складають 70 % від ДДН. Отримані результати свідчать про те, що споживання продуктів, які були вирощені із застосуванням фунгіцидів досліджуваних класів, не становить небезпеки для населення з позиції гігієни харчування. На підставі проведених натурних досліджень були обґрунтовані величини максимально допустимих рівнів фунгіцидів у сільськогосподарській сировині, які затверджені у встановленому порядку.

Математична обробка результатів, отриманих в ході натурального експерименту з вивчення динаміки залишкових кількостей фунгіцидів різних класів, дозволила встановити їх  $T_{50}$  в плодах та зеленій масі рослин (табл. 3).

Таблиця 3

**Значення показників швидкості розкладання досліджуваних фунгіцидів в плодах та зеленій масі рослин**

Клас фунгіцидів	Діюча речовина	№	в плодах			в зеленій масі рослин		
			$T_{50}$ , доба		$t_{1-2}$ $t_{1-3}$ $t_{2-3}$	$T_{50}$ , доба		$t_{1-2}$
			$M \pm m$	$M \pm m$		$M \pm m$	$M \pm m$	
триазоли	тебуконазол	1	15,5±0,9	12,2±1,1	4,53*	-	-	-
	дифеноконазол	2	9,6±1,3		0,83	-	-	-
	пенконазол	3	17,5±0,9	17,5±0,9	3,9*	13,2±0,9	13,2±0,9	-
стробіл-урини	азоксистробін	1	5,4±0,7	6,8±0,5	0,27	3,2±0,2	3,9±0,4	2,63
	піраклостробін	2	8,4±1,6		1,68	4,4±0,5		
	трифлористробін	3	7,9±0,6		2,1	-	-	-
етилен-біс-дитіокарбамати	метирам	1	6,4±0,3	6,7±0,2	1,53	3,6±0,07	3,8±0,2	1,28
	манкоцеб	2	7,0±0,3			4,2±0,5		
ціано-пірроли	флудиоксоніл		8,1±0,4	8,1±0,4	-	6,6±0,5	6,6±0,5	-
аніліди	боскалід	1	17,3±1,3	16,1±1,8	1,8	12,9±0,7	11,6±1,4	-
	беналаксил-М	2	14,3±0,5			7,6		
аніліно-піримідини	ципродиніл	1	8,2±0,3	7,9±0,2	1,64	6,6±0,3	5,7±0,6	-
	валіфенал	2	7,3±0,5		0,92	5,0		
	піриметаніл	3	7,7±0,2		0,92	4,4		

П р и м і т к и: 1.  $M$  – середнє значення, 2.  $m$  – похибка середнього арифметичного; 3. \* – розходження достовірні за критерієм Ст'юдента при  $p \leq 0,05$ .

Аналіз отриманих результатів показав, що досліджувані фунгіциди розкладались в зеленій масі рослин швидше, ніж у плодах та ґрунті. У відповідності до гігієнічної класифікації пестицидів за критерієм стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах д.р. класу триазолів та анілідів є небезпечними сполуками (II клас), стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопірролів, анілінопіримідинів – помірно небезпечними (III клас).

Враховуючи результати швидкості розкладання досліджуваних д.р. різних класів та їх вміст у плодах сільськогосподарських культур було обґрунтовано строки очікування до збору урожаю, які затверджено у встановленому порядку.

**Розробка науково-методичних підходів щодо нормування та соціально-гігієнічного моніторингу пестицидів різних класів у об'єктах навколишнього середовища.** Досліджено залежність експериментально обґрунтованих ГДК у воді від допустимої добової дози (ДДД), фізико-хімічних властивостей, екотоксикологічних показників і параметрів стійкості пестицидів у воді. На підставі проведеного аналізу на масиві загальним обсягом 201 пестицидів було запропоновано 12 моделей прогнозування розрахункового нормативу пестицидів у воді водоєм. Групування пестицидів здійснено за лімітуючим критерієм шкідливості (органолептичний, загальносанітарний, санітарно-токсикологічний), виробничим (інсектициди, гербіциди, фунгіциди) та хімічним класом (табл. 4).

Перевірка надійності запропонованих рівнянь проведена шляхом порівняння величин орієнтовно допустимого рівня (ОДР) визначених за запропонованою нами методикою обґрунтування розрахункового нормативу у воді з величинами ГДК нових д.р. (ізопіразаму, пентіопіраду, сільтіофаму, дифлуфензопіру, піколінафену, цигалофоп-бутилу) обґрунтованих експериментальним шляхом у 2014-2015 рр. на базі Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця та ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», та величинами ОДР, встановленими згідно з чинною методикою (МВ № 1943-78 від 8.12.1978 р.).

Отримані результати перевірки надійності запропонованої методики встановлення розрахункової ОДР пестицидів у воді свідчать про те, що слід використовувати найменше значення ОДР з отриманих в процесі розрахунків за обраними рівняннями. Було показано, що нові математичні моделі дозволяють отримати величини ОДР пестицидів у воді, які є значно ближчими до експериментально обґрунтованих ГДК.

На сучасному етапі сільськогосподарського виробництва важливо виділити пріоритетний напрям проведення моніторингових досліджень щодо об'єкту контролю та контрольованих хімічних сполук, оскільки впливу пестицидів піддаються не лише цільові культури, але й основні компоненти агрофітоценозів: ґрунт сільськогосподарських угідь, рослинний покрив, наземна та ґрунтова біота, водні об'єкти, в тому числі ґрунтова вода.

**Рівняння регресії для встановлення розрахункової величини ГДК  
пестицидів у воді**

Лімітуючий критерій, хімічний клас	Рівняння регресії	№ рівняння	Критерій Фішера		Достовірність апроксимації (R <sup>2</sup> )
			F	F <sub>кр.</sub> **	
Всі пестициди					
ОК	$Y = 0,0002X_3 + 0,0264$	(1)	10,94*	4,84	0,500
СТК	$Y = 1,2134X_4 + 0,0082$	(2)	90,07*	4,00	0,5808
	$Y = 0,0001X_2 + 0,0183$	(3)	12,38*	4,00	0,1643
Фунгіциди					
СТК	$Y = 0,0005X_2 + 0,0171$	(4)	30,71*	3,98	0,299
Триазоли	$Y = -0,0003X_5 + 0,0534$	(8)	4,74*	4,6	0,2529
Аніліди, аміди	$Y = -0,138\ln(X_6) + 0,1795$	(9)	9,75*	4,96	0,7281
Карбамати, дитіокарбамати	$Y = 0,00000007X_7 + 0,0078$	(10)	548,35*	5,99	0,9892
	$Y = 0,0009X_8 + 0,0063$	(11)	145,85*	5,99	0,9605
	$Y = -0,073\ln(X_5) + 0,3751$	(12)	11,49*	7,71	0,8300
Гербициди					
ОК	$Y = -3,206\ln(X_1) + 18,116$	(5)	63,80*	18,51	0,9686
СТК	$Y = 0,0103\ln(X_4) + 0,0777$	(6)	4,73*	4,28	0,410
Інсектициди					
ОК	$Y = -0,0001X_3 + 0,0119$	(7)	284,65*	161,5	0,9965

**П р и м і т к и:** 1. ОК – органолептичний лімітуючий критерій; 2. ЗСК – загальносанітарний лімітуючий критерій; 3. СТК – санітарно-токсикологічний лімітуючий критерій; 4. «\*» – достовірні результати; 5. «\*\*» – (при  $\alpha=0,05$  і числі ступенів свободи  $k_1=1$ ,  $k_2=n-1-1$ ); 6.  $X_1$  – молекулярна маса; 7.  $X_2$  – токсичність для дафній ЕС50 (48 год.), мг/л; 8.  $X_3$  – стабільність в системі вода-осад, діб; 9.  $X_4$  – допустима добова доза, мг/кг; 10.  $X_5$  – температура плавлення, °С; 11.  $X_6$  – коефіцієнт розподілу октанол-вода (LogP<sub>ко/w</sub>); 12.  $X_7$  – розчинність у воді, мг/л; 13.  $X_8$  – пригнічення росту водоростей ЕС50 (72 год.), мг/л; 14.  $X_9$  – пригнічення росту водних рослин ЕС50 (7 діб), мг/л.

Проведений картографічний аналіз обсягів застосування фунгіцидів в різних регіонах України показав, що на сучасному етапі найбільш інтенсивно використовується досліджувана група ХЗЗР у Вінницькій, Хмельницькій, Одеській, Черкаській, Волинській, Чернівецькій обл. (рис. 4). Враховуючи, що найбільш стійкими в ґрунті в різних ґрунтово-кліматичних умовах України є сполуки класу триазоли, у порівнянні з фунгіцидами інших класів, та враховуючи той факт, що в структурі асортименту фунгіцидів ці сполуки складають найбільшу частку, доцільно проводити контроль даних сполук у ґрунті в регіонах з найбільш інтенсивним веденням сільськогосподарського виробництва.

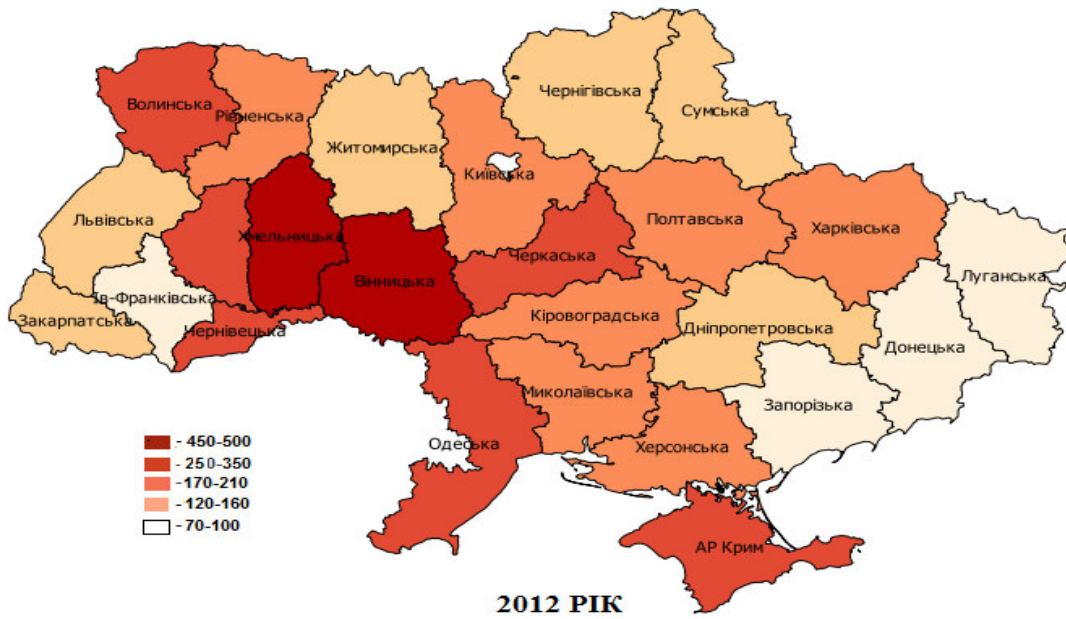


Рис. 4. Обсяги застосування фунгіцидів по областях України у 2012 р. (тон).

Зважаючи на те, що провідним ланцюгом міграційних процесів у біосфері є ґрунт, який безпосередньо впливає на хімічний склад води поверхневих і підземних джерел водопостачання, є необхідність прогнозування можливості міграції пестицидів з ґрунту в ґрунтові води. Оцінку рухомості фунгіцидних сполук по профілю ґрунту здійснено за показником  $K_{oc}$  (коефіцієнтом сорбції органічним вуглецем), ймовірність забруднення підземних вод оцінено за індексом потенційного вимивання (GUS)). Було встановлено, що при застосуванні фунгіцидів досліджуваних класів в ґрунтово-кліматичних умовах України існує низький ризик забруднення ґрунтових вод, оскільки у всіх випадках GUS був  $< 1,8$ . Для д.р. класу ціанопіроли, етилен-біс-дитіокарбамати та більшості д.р. класу триазолів, стробілуринів, анілідів, анілінопіримідинів отримані результати розрахунків індексу GUS в ґрунтово-кліматичних умовах України, які кореспондують з даними IUPAC. Індекс GUS (IUPAC) триазолу тебуконазолу, стробілурину азоксистробіну, аніліду боскаліду та анілінопіримідину піриметанілу свідчить про середній ризик забруднення підземних вод.

Аналіз стійкості фунгіцидів різних класів у воді та в системі вода-осад показав, що усі сполуки класу триазолів (пенконазол, дифеноконазол, тебуконазол), стробілурин – азоксистробін, анілід – беналаксил-М, анілінопіримідини – ципродиніл є високостійкими сполуками (I клас небезпечності); стробілурин – піраклостробін, етилен-біс-дитіокарбамат – манкоцеб, анілід – боскалід, анілінопіримідин – піриметаніл – стійкі сполуки (2 клас небезпечності), усі інші – III-IV клас небезпечності.

При вирішенні питання моніторингових досліджень недостатньо брати до уваги лише параметри стійкості у воді. Слід враховувати, що на швидкість міграції та глибину проникнення ХЗР впливають не тільки фізико-хімічні

властивості та швидкість руйнації, а й норми витрат речовин. Саме тому, нами був запропонований метод комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води.

Розроблений метод базується на встановленні максимально можливого добового надходження пестициду з водою (ММДНВ) та подальшому порівнянні з допустимим добовим надходженням пестициду з водою (ДДНВ). Показник ММДНВ враховує SCI-GROW (скринінг концентрації пестицидів в ґрунтових водах), максимальну норму витрат пестициду (N) та добову норму споживання води людиною (V). Ризик вважається допустимим, якщо отримана величина (P)  $\leq 1$  (рис. 5).



Рис. 5. Етапи оцінки ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при споживанні забрудненої води

Результати розрахунків показали, що добове надходження досліджуваних фунгіцидів в організм людини при максимально можливій в умовах України їх концентрації в ґрунтовій воді на 2-6 порядків нижче допустимого добового надходження з водою. Ризик небезпечного впливу пестицидів на організм людини за цим показником є допустимим.

Проведений комплексний аналіз застосування фунгіцидів на території України дозволив запропонувати схему функціонування системи соціально-



гігієнічного моніторингу і профілактики негативного впливу ХЗЗР на здоров'я населення (рис. 6) та модель управління екологічним та професійним ризиком (рис. 7).

Враховуючи той факт, що при застосуванні сумішевих фунгіцидів в об'єкти довкілля може надходити комплекс д.р. одного класу нами було проведено лабораторні експерименти з визначення оптимальних параметрів хроматографічного розділення сполук класу стробілуринів та триазолів та їх кількісного визначення в одній пробі води та повітря в умовах газорідинної та високоефективної рідинної хроматографії.

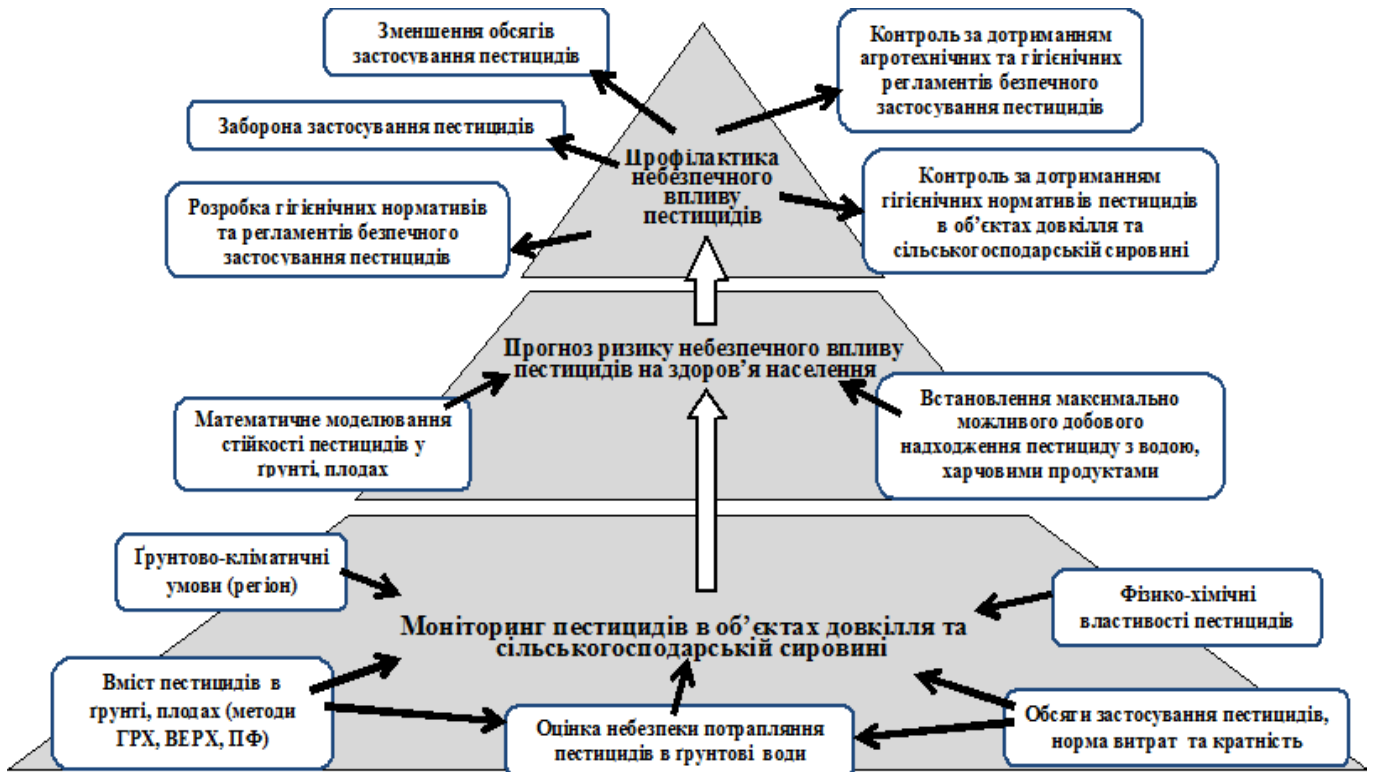


Рис. 6. Схема функціонування системи соціально-гігієнічного моніторингу та профілактики негативного впливу фунгіцидів на здоров'я населення України

Розроблені умови хроматографічного визначення досліджуваних д.р. були покладені в основу офіційно затверджених Міністерством екології та природних ресурсів України та погоджених з МОЗ України методичних вказівок. Розроблені методичні вказівки та патенти на корисну модель, впровадження яких в практичну роботу МОЗ України, Державної служби України з питань праці, Держпродспоживслужби України, Міністерства екології та природних ресурсів України дозволять спростити контроль за застосуванням в сільському господарстві сумішевих фунгіцидів, які містять досліджувані д.р.



Рис. 7. Модель управління екологічним та професійним ризиком небезпечного впливу фунгіцидів різних класів на здоров'я працівників, населення та об'єкти довкілля

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення результатів власних багаторічних лабораторних і натурних досліджень та представлено вирішення важливої наукової і народногосподарської проблеми – удосконалення системи державного соціально-гігієнічного моніторингу застосування фунгіцидів в агропромисловому комплексі України шляхом наукового обґрунтування: критеріїв відбору пріоритетних територій та пестицидів, ризик-орієнтованої схеми функціонування системи моніторингу; моделі управління екологічним та професійним ризиком; комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту в ґрунтові води, що дозволить зберегти здоров'я сільськогосподарських працівників і населення в цілому та зменшити антропогенне навантаження на об'єкти довкілля.

1. У структурі зареєстрованих в Україні пестицидів третю частину складають фунгіциди, які використовують декілька разів протягом періоду вегетації сільськогосподарських культур, що створює значну небезпеку для здоров'я населення. За останні 13 років темп приросту асортименту фунгіцидів склав 340 %, обсяги їх застосування зросли на 63,2 %, що збільшує пестицидне навантаження на об'єкти довкілля і обґрунтовує медико-соціальну значимість проблеми. Існуюча система соціально-гігієнічного моніторингу, яка базується на дослідженні стану здоров'я населення і середовища проживання, не враховує оцінку потенційного ризику шкідливого впливу пестицидів на організм людини. Тому встановлення основних критеріїв вибору найбільш небезпечних фунгіцидів та обґрунтування схеми проведення соціально-гігієнічного моніторингу з позиції ризик-орієнтованого підходу є актуальною проблемою.

2. Науково обґрунтовано критерій відбору територій для проведення посиленого соціально-гігієнічного моніторингу – обсяг застосування фунгіцидів більший за 0,3 кг/га, та визначено пріоритетні регіони: Вінницька, Хмельницька, Одеська, Черкаська, Волинська, Чернівецька області.

3. Встановлено класи небезпечності найбільш поширених фунгіцидів: сполуки класу анілідів (беналаксил-М, боскалід) віднесені до помірно небезпечних (III клас), триазолів (пенконазол, дифенокназол, тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, трифлуксистробін, азоксистробін), етилен-біс-дитіокарбаматів (метирам, манкоцеб), ціанопіролів (флудіоксоніл) та анілінопіримідинів (ципродиніл, валіфенал, піриметаніл) – до небезпечних пестицидів (II клас) за лімітуючим критерієм – інгаляційною токсичністю. Обґрунтовано основні критерії оцінки небезпечності речовин при проведенні моніторингових досліджень: I-II клас небезпечності; наявність віддалених ефектів дії (мутагенна активність, канцерогенна дія, тератогенність, ембріотоксичність та репродуктивна токсичність); величина ДДД менша за 0,01 мг/кг.

4. Визначено, що при різних способах застосування (штангове, вентиляторне та ранцеве обприскування) досліджуваних фунгіцидів, за умов дотримання встановлених гігієнічних та агротехнічних регламентів,

потенційний ризик їх шкідливого впливу на організм сільськогосподарських працівників при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру є допустимим (не перевищує 1) та збільшується у наступному порядку: анілінопіримідини < стробілурини < триазоли < ціанопіроли < аніліди < етилен-біс-дитіокарбамати. Встановлено, що провідну роль у формуванні комплексного ризику відіграє дермальний шлях надходження речовин в організм, частка якого становить при застосуванні сполук класу триазолів  $90,3 \pm 3,5$  %, стробілуринів –  $88,5 \pm 3,0$  %, етилен-біс-дитіокарбаматів –  $74,7 \pm 7,5$  %, ціанопіролів –  $98,2 \pm 0,7$  %, анілінопіримідинів –  $82,5 \pm 8,2$  %, анілідів –  $94,1 \pm 3,1$  %. Обґрунтовано критерії відбору фунгіцидів при вирішенні питання проведення соціально-гігієнічного моніторингу: тиск пари більший за  $1 \times 10^{-4}$  мПа; коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО) більший за 2,0; коефіцієнт вибіркової дії (КВД) менший за 99; професійний ризик більший за 1.

5. Встановлено, що при використанні сумішевих фунгіцидів шляхом вентиляторного обприскування комбінований ризик шкідливого впливу на працівників при комплексному надходженні знаходиться в межах  $6,2 \times 10^{-2}$  – 1,0134, штангового обприскування –  $5,7 \times 10^{-2}$  – 1,861, ранцевого обприскування –  $4,21 \times 10^{-2}$  –  $5,06 \times 10^{-2}$ . У формуванні професійного комбінованого ризику провідна роль належить дермальному шляху надходження, частка якого при вентиляторній обробці становить  $83,48 \pm 4,97$  %, штанговій –  $90,1 \pm 4,05$  %, ранцевій –  $98,1 \pm 0,1$  %. Комбінований ризик можливої шкідливої дії сумішевих фунгіцидів при вентиляторному обприскуванні достовірно вищий, ніж при ранцевому обприскуванні. Проведений аналіз дозволив віднести застосування комбінованих фунгіцидів до основних критеріїв небезпечності та відбору пестицидів для моніторингу з позиції гігієни праці.

6. Обґрунтовано, що фунгіциди класу етилен-біс-дитіокарбаматів за стійкістю у ґрунті в різних ґрунтово-кліматичних умовах України відносяться до малонебезпечних сполук (IV клас), стробілуринів, ціанопіролів, анілідів і анілінопіримідинів – помірно небезпечних (III клас), триазолів – небезпечних сполук (II клас). Рівень забруднення ґрунту фунгіцидами досліджуваних класів за показником індексу персистентності пестицидів є безпечним за виключенням триазолів, при використанні яких ґрунт помірно небезпечний. По мірі збільшення небезпеки забруднення ґрунтів досліджувані класи фунгіцидів можна розташувати в наступному порядку: аніліди < стробілурини < ціанопіроли < анілінопіримідини < етилен-біс-дитіокарбамати < триазоли. Визначено критерії відбору фунгіцидів для моніторингових досліджень з точки зору безпечності забруднення ґрунту: коефіцієнт сорбції ( $K_{oc}$ ) більший за 500; період напівруйнації у ґрунті ( $T_{50}$ ) більший за 30 діб; індекс персистентності пестицидів (ІПП) більший за 20.

7. Встановлено, що за стійкістю у вегетуючих сільськогосподарських культурах фунгіциди класу триазолів, анілідів належать до II-III класу, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів – до III класу небезпечності. Доведено, що розкладання досліджуваних

фунгіцидів (крім ціанопіролів і анілідів) в зеленій масі рослин відбувається швидше, ніж в плодах, а в плодах (крім анілідів) – швидше ніж у ґрунті, що дозволило встановити об'єкт контролю – плоди і критерії вибору фунгіцидів для проведення моніторингових досліджень з позиції харчової та екологічної безпеки:  $T_{50}$  у сільськогосподарській сировині більше 14 діб.

8. Встановлено, що за показником Екотокс фунгіциди досліджуваних класів у ґрунтово-кліматичних умовах України відносяться до малоекотоксичних пестицидів. За ступенем небезпечності для наземних біоценозів досліджувані фунгіциди можна розташувати в наступному порядку: стробілурини < ціанопіроли < аніліди < анілінопіримідини < триазоли < етилен-біс-дитіокарбамати. Обґрунтовано метод комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води, що дозволило обрати найбільш небезпечні фунгіциди та критерії для моніторингу з точки зору екологічної безпеки – Екотокс більший за 0,4; та міграції в системі «ґрунт – підземні та поверхневі води»: розчинність у воді більша за 0,5 г/л; коефіцієнт сорбції в ґрунті ( $K_{oc}$ ) менший за 75;  $T_{95}$  у воді більший за 10 діб; індекс потенційного вимивання (GUS) більший за 1,8; ризик надходження пестицидів з водою при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води більший за 1.

9. На основі результатів виконаних досліджень обґрунтовано 45 МДР фунгіцидів різних класів в сільськогосподарській сировині та доведено, що добове надходження речовин класу триазолів в організм людини з плодами досліджуваних сільськогосподарських культур може складати 2,7-93,6 %, стробілуринів – 2,6-5,8 %, етилен-біс-дитіокарбаматів – 5,7-18,8 %, ціанопіролів – 6,8 %, анілідів – 4,6-26,4 %, класу анілінопіримідинів – 3,3-26,4 % від допустимого добового надходження фунгіцидів з харчовим раціоном, що дозволило встановити можливість розширення сфери застосування досліджуваної групи пестицидів.

10. Обґрунтовано 12 математичних моделей прогнозування гігієнічного нормативу пестицидів у воді водойм господарсько-питного призначення та доведено, що вони є адекватними за критерієм Фішера. Запропоновано алгоритм обґрунтування орієнтовно допустимого рівня (ОДР) речовини у воді, що дозволяє суттєво спростити процедуру отримання тимчасового гігієнічного нормативу нових пестицидів за умови наявності даних про їх фізико-хімічні, екотоксичні властивості та параметри стабільності у воді.

11. Удосконалено та науково обґрунтовано схему функціонування системи державного соціально-гігієнічного моніторингу фунгіцидів в об'єктах довілля і профілактики їх негативного впливу на здоров'я населення України; розроблено модель управління екологічним та професійним ризиком небезпечного впливу фунгіцидів різних класів на здоров'я працівників, населення і об'єкти довілля; обґрунтовано рекомендації по застосуванню фунгіцидів у ґрунтово-кліматичних умовах України.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНОГО СОЦІАЛЬНО-ГІГІЄНИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ФУНГІЦИДІВ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

При вирішенні питання необхідності проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу фунгіцидів слід враховувати наступні критерії:

### Критерії відбору для проведення моніторингу фунгіцидів

Показник небезпечності	Критерій відбору	Об'єкт контролю
<b>Регіональне пестицидне навантаження</b>		
Обсяги застосування в регіоні, кг/га	>0,3	Вінницька, Хмельницька, Одеська, Черкаська, Волинська, Чернівецька обл.
<b>Фізико-хімічні властивості</b>		
Тиск пари, мПа	$>1 \times 10^{-4}$	повітря
Розчинність у воді, мг/л	>100	вода
Коефіцієнт сорбції в ґрунті ( $K_{oc}$ )	$<75/>500$	вода/ґрунт
<b>Токсикологічна небезпечність</b>		
Клас небезпечності	I-II клас	повітря, вода, ґрунт, харчові продукти
Допустима добова доза (ДДД), мг/кг	<0,01	повітря, вода, ґрунт, харчові продукти
Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО)	>2,0	повітря
Коефіцієнт вибіркової дії (КВД)	<99	повітря
Професійний ризик (комплексний, комбінований)	>1	повітря
<b>Стійкість в об'єктах довкілля та екотоксикологічна небезпечність</b>		
Період напівруйнації ( $T_{50}$ ) в ґрунті, діб	>30	ґрунт
Індекс персистентності пестицидів (ІПП)	>20	ґрунт
Екотоксикологічна небезпека (Екотокс)	>0,4	ґрунт
$T_{95}$ у воді, діб	>10	вода
Індекс потенційного вимивання (GUS)	>1,8	вода
Ризик надходження пестицидів з водою при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води	>1	вода
$T_{50}$ в сільськогосподарській сировині, діб	>14	харчові продукти

Рекомендовано проводити моніторинг фунгіцидів за умови, якщо вони відповідають мінімум трьом критеріям для кожного середовища: (вода, ґрунт, повітря, харчові продукти).

## СПИСОК НАУКОВИХ РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

(\* - особистий внесок здобувача):

**у наукових фахових виданнях та виданнях, які включені до міжнародних науко метричних баз:**

1. Гігієнічна оцінка застосування фунгіцидів Флінт Стар 520 SC, к.с. та Скала 400 SC, к.с. на яблуневих садах і виноградниках / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Д. Б. Гиренко, О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко // Гігієна населених місць. – Київ, 2009. – Вип. 54. – С. 154–160. (*\* взято участь у визначенні діючих речовин в пробах ґрунту, зеленої маси рослин, яблук, винограду, оцінено стійкість досліджуваних сполук в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

2. Гігієнічне обґрунтування регламентів безпечного застосування в Україні фунгіцидів на основі піриметанілу / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Т. В. Гиренко // Український журнал з проблем медицини праці. – Київ, 2009. – № 4 (20) – С. 44–51. (*\* дано токсиколого-гігієнічну оцінку піриметанілу і препаратів на його основі, взято участь у визначенні піриметанілу в пробах повітря, змивах з поверхні шкіри, нашивках із спецодягу працюючих, ґрунті, оцінено професійний ризик, обґрунтовано регламенти безпечного застосування препаратів на основі піриметанілу, оформлено статтю*).

3. Гігієнічна оцінка застосування препарату Квадріс 250 SC, к.с. на овочевих культурах / О. П. Вавріневич, В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Д. Б. Гиренко, Н. М. Ковальчук // Гігієна населених місць. – 2011. – Вип. 58. – С. 127–132. (*\* оцінено поведінку азоксистробіну в ґрунті, зеленій масі рослин, плодах овочів при застосуванні препарату Квадріс, оцінено стійкість діючої речовини в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині, обґрунтовано регламенти застосування препарату, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

4. Вавріневич О. П. Порівняльна гігієнічна оцінка безпечності застосування сумішевих пестицидів Натіво 75 WG та Коронет 300 SC на сільськогосподарських культурах / О. П. Вавріневич, В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук // Український журнал з проблем медицини праці. – 2011. – № 2 (26). – С. 36–41. (*\* дано токсиколого-гігієнічну оцінку сумішевих фунгіцидів Натіво та Коронет, взято участь у визначенні тебуконазолу, трифлористробіну в пробах повітря, змивах з поверхні шкіри, нашивках із спецодягу працюючих, ґрунті, оцінено професійний ризик, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, обґрунтовано регламенти безпечного застосування препаратів, оформлено статтю*).

5. Еколого-гігієнічна оцінка небезпечності гербіциду пропізохлору для водної екосистеми / О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко, С. А. Омельчук, С. М. Ткаченко, К. В. Шевчук, С. В. Білоус // Проблеми військової охорони здоров'я / Збірник наукових праць Української військово-медичної академії. Київ, 2011. –

Вип. 29. – С. 149–155. (*\* взято участь у дослідженні впливу пропізохлору на процеси самоочищення води модельних водойм при обґрунтуванні ГДК, здійснені статистична обробка одержаних результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

6. Гігієнічна оцінка застосування фунгіциду Світч 62 WG, в.г. на плодovих і овочевих культурах / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Т. В. Гиренко, Т. І. Зінченко // Довкілля та здоров'я. – 2011. – № 4 (59). – С. 37–44. (*\* дано токсиколого-гігієнічну оцінку флудіоксонілу, ципродинілу і препарату Світч, вивчено умови праці при застосуванні препарату, вивчено динаміку залишкових кількостей діючих речовин у ґрунті, зеленій масі рослин, плодах овочевих і плодovих культур, обґрунтовано МДР флудіоксонілу і ципродинілу в плодах овочевих і плодovих культур, соках, оцінено стійкість досліджуваних речовин в об'єктах довкілля, здійснено статистичну обробку результатів, обґрунтовано регламенти безпечного застосування препарату, оформлено статтю*).

7. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів класу етилен-біс-дитіокарбаматів / О. П. Вавріневич // Медичні перспективи. – 2012. – Т. XVII. – № 4. – С. 109–113.

8. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка безпечності об'єктів навколишнього середовища та сільськогосподарських продуктів при застосуванні фунгіцидів класу триазолів / О. П. Вавріневич // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2012. – № 2. – С. 175–179.

9. Оцінка екологічної небезпеки гербіцидів класу хлорацетанілідів / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Д. Б. Гиренко, О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко // Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. – 2012. – № 1-2 (36-37). – С. 39-44. (*\*проведено математичне моделювання поведінки сполук класу хлорацетанілідів у ґрунті, розраховано екотоксикологічних ризик, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

10. Комплексные токсиколого-гигиенические исследования по обоснованию предельно допустимой концентрации диметаклора в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования / Т. И. Зинченко, С. М. Ткаченко, О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, С. А. Омельчук // Гігієна населених місць. – 2012. – Вип. 60. – С. 98–106. (*\* взято участь у дослідженні впливу диметаклору на процеси самоочищення води модельних водойм при обґрунтуванні ГДК, здійснені статистична обробка одержаних результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

11. Вавріневич О. П. Оцінка сучасного асортименту та обсягів застосування фунгіцидів у сільському господарстві України як складова державного соціально-гігієнічного моніторингу / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Медичні перспективи. – 2013. – Т. XVIII. – № 4. – С. 95–103. (*\* вивчено асортимент та обсяги застосування фунгіцидів у сільському господарстві України, розраховано базисні та ланцюгові показники динаміки асортименту та обсягів застосування, оформлено статтю*).



12. Гігієнічна оцінка застосування фунгіциду Сігнум, В.Г. на плодкових і овочевих культурах // О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Ліпавська А. О. // Biomedical and biosocial anthropology. – 2013. – № 1. – С. 183–189. (*\* дано токсиколого-гігієнічну оцінку боскаліду, піраклостробіну і препарату Сігнум, вивчено умови праці при застосуванні препарату, оцінено професійний ризик, вивчено динаміку залишкових кількостей діючих речовин у ґрунті, зеленій масі рослин, плодах овочевих і плодкових культур, обґрунтовано МДР боскаліду, піраклостробіну в плодах овочевих і плодкових культур, соках, оцінено стійкість досліджуваних речовин в об'єктах довкілля, здійснено статистичну обробку результатів, обґрунтовано регламенти безпечного застосування препарату, оформлено статтю*).

13. Вавріневич О. П. Порівняльна гігієнічна оцінка потенційного ризику для працюючих при застосуванні фунгіцидів різних класів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Лік. справа=Врачеб. дело. – 2013. – № 3–4. – С. 130–138. (*\* проведено порівняльну гігієнічну оцінку умов праці при різних технологіях застосування фунгіцидів різних класів, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

14. Омельчук С.Т. Гігієнічна оцінка безпечності об'єктів довкілля та урожаю сільськогосподарських культур при застосуванні фунгіцидів класу стробілуринів / С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісн. Укр. мед. стомат. акад. – 2013. – Т. 13, вип. 3 (43). – С. 205–212. (*\* взято участь у визначенні діючих речовин класу стробілуринів в пробах ґрунту, зеленої маси рослин та плодах кісточкових, зерняткових, овочевих культур, винограду, оцінено стійкість досліджуваних сполук в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

15. Вавріневич О. П. Еколого-гігієнічна оцінка застосування фунгіцидів класу етилен-біс-дитіокарбаматів в сучасних технологіях хімічного захисту сільськогосподарських культур / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Актуальні проблеми сучасної медицини : Вісн. Укр. мед. стомат. акад. – 2014. – Т. 14. – Вип. 1 (145). – С. 43–48. (*\* досліджено динаміку вмісту сполук класу етилен-біс-дитіокарбаматів в ґрунті, зеленій масі рослин та плодах сільськогосподарських культур, оцінено стійкість досліджуваних сполук в об'єктах довкілля, розраховано екотоксикологічний ризик та індекс персистентності пестицидів, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

16. Гігієнічна оцінка безпечності об'єктів довкілля та урожаю сільськогосподарських культур при застосуванні фунгіцидів класу анілінопіримідинів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, С. В. Білоус // Медичні перспективи. – 2014. – Т. XIX. – № 2. – С. 144–151. (*\* взято участь у визначенні діючих речовин класу анілінопіримідинів в пробах ґрунту, зеленої маси рослин та плодах кісточкових, зерняткових, овочевих культур, винограду, оцінено стійкість досліджуваних сполук в об'єктах довкілля та*

*сільськогосподарській сировині, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю).*

17. Вавриневич Е. П. Сравнительная эколого-гигиеническая оценка поведения и персистентности фунгицидов разных классов в почве / Е. П. Вавриневич, В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук // *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр.* – Минск: РНМБ, 2014. – Т. 1, Вып. 24. – С. 138–143. (*\* проведено математичне моделювання поведінки фунгіцидів різних класів у ґрунті, розраховано екотоксикологічних ризик та індекс персистентності пестицидів, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю).*

18. Антропов К. Д. Гігієнічна оцінка технології застосування фунгіциду Талендо Екстра, к.е. на винограднику / К. Д. Антропов, О. П. Вавриневич, Т. В. Гиренко // *Український журнал з проблем медицини праці.* – 2014. – № 2 (39). – С. 73–78. (*\* дано токсиколого-гігієнічну оцінку сумішевого фунгіциду Талендо Екстра та його діючих речовин, вивчено умови праці при застосуванні препарату, розраховано професійний ризик, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю).*

19. Вавриневич Е. П. Сравнительная токсиколого-гигиеническая оценка опасности развития острых ингаляционных отравлений профессиональных контингентов фунгицидами разных классов (обзор литературы и результаты собственных исследований) / Е. П. Вавриневич // *Український журнал з проблем медицини праці.* – 2014. – № 3 (40). – С. 83–90.

20. Вавриневич О. П. Гігієнічна оцінка потенційного комбінованого ризику небезпечного впливу сумішевих фунгіцидів для працюючих / О. П. Вавриневич // *Український журнал з проблем медицини праці.* – 2015. – № 1 (42). – С. 58–66.

21. Prediction of soil and ground water contamination with fungicides of different classes according to soil and climate conditions in Ukraine and other European countries / O. Vavrinevych, A. Antonenko, S. Omelchuk, M. Korshun, V. Bardov // *Georgian Medical News.* – 2015. – N. 5 (242) – P. 77–84. (*\* проведено порівняльний аналіз стійкості фунгіцидів у ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України та Європи, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю).*

22. Гігієнічна оцінка особливостей токсикодинаміки та небезпечності фунгіциду класу піримідинів – піриметанілу / О. О. Новохацька, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, О. П. Вавриневич, С. В. Білоус // *Зб. наук. праць Української військово-медичної академії.* – 2015. – Вип. 44. – Т. 1. – С. 274–280. (*\* здійснено аналіз даних токсикологічних властивостей піриметанілу, прийнято участь у обґрунтуванні допустимої добової дози піриметанілу, оформлено статтю).*

23. Вавриневич О. П. Експериментальне обґрунтування можливості створення та використання моделей прогнозування розрахункового нормативу пестицидів у воді водойм господарсько-питного призначення / О. П. Вавриневич, С. Т. Омельчук // *Лік. справа=Врачеб. дело.* – 2015. – № 7-8. – С.

155-162. (*\* здійснена статистична обробка, обґрунтовані моделі прогнозуванні гігієнічного нормативу у воді водоїм, оформлено статтю*).

24. Сравнительная оценка риска загрязнения грунтовых вод фунгицидами разных классов и прогноз опасности для человека при употреблении котаминированной воды / Антоненко А. Н., Вавріневич Е. П., Коршун М. М., Омельчук С. Т. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. – Минск: РНМБ, 2015. – Т. 2, Вып. 25. – С. 176–181. (*\* проведено статистичну обробку та узагальнення результатів, оформлено статтю*).

25. Prediction of pesticide risks to human health by drinking water extracted from underground sources/ A. M. Antonenko, O. P. Vavrinevych, S. T. Omelchuk, M. M. Korshun // Georgian Medical News. – 2015. – N. 7–8 (244–245) – P. 99–106. (*\* запропоновано методику прогнозування забруднення води водоїм, проведено статистичну обробку та узагальнення результатів, оформлено статтю*).

26. Актуальність використання та гігієнічна оцінка змін асортименту та обсягів застосування фунгіцидів для захисту виноградників у сільському господарстві України та Європи / А. М. Антоненко, О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, П. В. Ставніченко, О. О. Новохацька // International scientific-practical forum of pedagogues, psychologists and medics “October scientific forum’15”, the 15<sup>th</sup> of October, 2015, Geneva, Switzerland. – P. 197–202. (*\* проведено аналіз асортименту та обсягів застосування фунгіцидів, статистичну обробку результатів, оформлено статтю*).

27. Гігієнічне обґрунтування гранично допустимої концентрації нового фунгіциду додін у воді водоїм / О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко, А. В. Благая, С. А. Омельчук // Гігієна населених місць. – 2015. – № 65. – С. 67–73. (*\* взято участь у дослідженні впливу додін на процеси самоочищення води модельних водоїм при обґрунтуванні ГДК, здійснені статистична обробка одержаних результатів та їх узагальнення, оформлено статтю*).

28. Необхідність гармонізації гігієнічних нормативів пестицидів у харчових продуктах на етапі євроінтеграції України (на прикладі фунгіцидів) (англійською мовою) / А. М. Антоненко, О. П. Вавріневич, В. Г. Бардов, С. А. Омельчук // Проблеми харчування. – 2015. – № 2 (43). – С. 5–11. (*\* взято участь в обґрунтуванні максимально допустимих рівнів фунгіцидів у сільськогосподарській сировині, проведено узагальнення результатів та оформлено статтю*).

#### **у інших наукових виданнях:**

29. Вавріневич О. П. Хроматографічне визначення фунгіцидів – похідних стробілуринів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, Т. В. Гиренко // Праці та повідомлення Третього Міжнародного симпозіуму «Методи хімічного аналізу», 27–30 травня 2008 р. Севастополь. – 2008. – С. 36.

30. Визначення фунгіциду піриметанілу в повітрі та воді хроматографічними методами / Д. Б. Гиренко, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Т. В. Гиренко, О. П. Вавріневич // Журнал хроматографічного товариства. – 2009. – № 1, 2 (Т. IX). – С. 21–25.

31. Гігієнічне забезпечення контролю вмісту піриметанілу в об'єктах навколишнього середовища при застосуванні фунгіциду Флінт Стар, 52 WG для захисту плодівих насаджень / С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич, Н. В. Мережкіна // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню здоров'я 2009 р. – 2009. – С. 50–51.

32. Аналітичне забезпечення контролю замешених триазолів в воді / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Е. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко, А. Н. Антоненко // Збірка матеріалів II Міжнародної конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», 01-03 жовтня 2009 р. Запоріжжя, 2009. – С. 165.

33. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка поведінки пестицидів класу анілінопіримідинів в об'єктах навколишнього середовища при їх застосуванні на виноградниках / О. П. Вавріневич, А. І. Бурлака // Матеріали II (63) Міжнародного конгресу студентів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини», Україна, м. Київ, 4-6 листопада 2009 року. – С. 143–144.

34. Омельчук С. Т. Застосування хроматографічних методів для оцінки забруднення повітряного середовища фунгіцидами класу стробілуринів / С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич // Матеріали XIII Конгресу Світової федерації українських лікарських товариств – 100 років українському лікарському товариству (1910–2010). – Львів, 01-03 жовтня 2010 р. – С. 656.

35. Вавріневич О. П. Забезпечення контролю залишкових кількостей беналаксилу-М при застосуванні препарату Фантик-М, з.п. на картоплі, томатах та винограді / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми профілактичної медицини» присвячена 80-річчю з дня народження академіка Євгена Гнатовича Гончарука, Україна, м. Київ, 9-10 лютого 2010 року // Науковий вісник Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. – Київ, 2010. – № 27 (Спецвип.). – С. 202–203.

36. Гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів класу стробілуринів у ґрунті / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко, Г. І. Маруженко // Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції: «Розвиток наукових досліджень' 2010». – м. Полтава, 22–24 листопада 2010 р. – Полтава: Вид-во «ІнтерГрафіка», 2010. – Т. 5. – С. 11–13.

37. Гігієнічна оцінка динаміки залишкових кількостей ципродинілу і флудиоксонілу в плодах зерняткових і кісточкових культур при застосуванні препарату Світч 62 WG / В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко, О. М. Авдєєв, В. В. Пельо // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню здоров'я 2010 р. «Урбанізація та здоров'я» // Східноєвропейський журнал громадського здоров'я. – 2010. – № 1 (9). – С. 96–97.

38. Сравнительная оценка качества воздушной среды при разных способах применения фунгицида Свитч 62 WG, в.г. на садах / [С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Е. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко // Матеріали VI Международной конференции «Воздух' 2010» «Качество воздушной среды – потребление,

здоров'є, економіка». – Санкт-Петербург, 9–1 июня 2010 года. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 159–161.

39. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів класу стробілуринів на помідорах / О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко, Н. В. Денисова // Матеріали 64 Міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини», 3-4 листопада 2010 р., Україна, Київ // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2010. – Спец. випуск № 4. – С. 143–144.

40. Липавская А. А. Оптимизация условий определения стробилуринов хроматографическими методами / А. А. Липавская, Т. В. Гиренко, Е. П. Вавріневич // Журнал хроматографічного товариства. – 2011. – Т. XI. – № 1–4. – С. 17–22.

41. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка умов праці при застосуванні фунгіцидів на овочевих культурах / О. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко, Г. І. Маруженко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «XV Міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених». – Тернопіль, 27-29 квітня 2011 р. – С. 413.

42. Вавріневич О. П. Порівняльна гігієнічна оцінка потенційного ризику дермального та інгаляційного впливу на працюючих при різних способах застосування фунгіцидів класу анілінопіримідинів / О. П. Вавріневич, С. А. Омельчук, А. А. Борисенко // Матеріали III з'їзду токсикологів України «Сучасні проблеми токсикології. Безпека їжі та середовища життєдіяльності людини». м. Київ, 18-19 грудня 2011 року // Сучасні проблеми токсикології. – 2011. – № 5. – С. 100–101.

43. Вавріневич О. П. Еколого-гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів класу триазолів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук // Матеріали сьомої міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень' 2011». м. Полтава, 28–30 листопада 2011 р. – Т. 4. – С. 39–41.

44. Omelchuk S. A. Dynamics of fludioxonil and cyprodinil content in fruits / S. A. Omelchuk, E. P. Vavrinevich, T. V. Girenko // A One day workshop at Syngenta: «Interaction of Pesticide Application and Formulation on Residues in Fruit and Vegetables». – Jealott's Hill, Berks, UK on 9 february, 2011. – P. 4.

45. Гігієнічна оцінка динаміки вмісту фунгіцидів класу триазолів в плодових та овочевих культурах / В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич, С. А. Омельчук, Т. В. Гиренко, А. В. Благая // Матеріали III з'їзду токсикологів України «Сучасні проблеми токсикології. Безпека їжі та середовища життєдіяльності людини». м. Київ, 18-19 грудня 2011 року // Сучасні проблеми токсикології. – 2011. – № 5. – С. 98.

46. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка безпечності урожаю зерняткових та кісточкових культур, вирощеного із застосуванням фунгіцидів на основі діючих речовин класу стробілуринів / О. П. Вавріневич // Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції «Наукові дослідження – теорія та експеримент 2012», 28-30 травня 2012 р. – Полтава, 2012. – Т. 4. – С. 22–24.

47. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка безпечності урожаю сільськогосподарських культур, вирощеного із застосуванням сумішевих фунгіцидів на основі діючих речовин класу етилен-біс-дитіокарбаматів / О. П. Вавріневич // Матеріали IV (66) Міжнародного науково-практичного конгресу студентів та молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної медицини», 17-19 жовтня 2012 року, м. Київ, Україна // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2012. – Спец. випуск № 3. – С. 82–83.

48. Вавріневич О. П. Порівняльна оцінка подразнюючої дії на шкіру і слизові оболонки очей фунгіцидів класів анілінопіримідинів, стробілуринів і триазолів / О. П. Вавріневич, Н. В. Войток, С. А. Омельчук // Матеріали Восьмої Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень 2012», 19-21 листопада 2012 р. – Полтава, 2012. – Т. 4. – С. 25–26.

49. Гігієнічна оцінка поведінки боскаліду і піраклостробіну в плодах та зеленій масі рослин плодових та овочевих культур / В. Г. Бардов, О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, А. О. Ліпавська // Матеріали Восьмої Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень 2012», 19–21 листопада 2012 р. – Полтава, 2012. – Т. 4. – С. 15–17.

50. Еколого-гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів класу анілідів та їх персистентності у об'єктах навколишнього середовища / О. П. Вавріневич, В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, В. В. Карпенко, А. В. Благая // Збірка тез доповідей науково-практичної конференції «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (восьмі марзеевські читання). – Київ, 23-24 травня 2012 р. – Вип. 12. – 2012. – С. 22–23.

51. Вавріневич О. П. Порівняльна гігієнічна оцінка умов праці та потенційного ризику для працюючих при застосуванні фунгіцидів класу етилен-біс-дитіокарбаматів, анілідів та анілінопіримідинів / О. П. Вавріневич // Матеріали XV з'їзду гігієністів України «Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії» - м. Львів, 20-21 вересня 2012 року. – С. 76-78.

52. Comparative evaluation of fungicides residues content under different ways of its application / V. G. Bardov, E. P. Vavrinevich, S. T. Omelchuk, A. O. Lipavska // 10th Joint CIPAC/FAO/WHO open meeting (57th CIPAC Meeting and 12th JMPS meeting), Ukraine, 5-13 June 2013.

53. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка якості повітряного середовища при різних технологіях застосування сумішевих фунгіцидів на основі діючих речовин класу триазолів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Матеріали XII з'їзду ВУЛТ, м. Київ, 5-7 вересня 2013 року. – 2013. – С. 290.

54. Вавріневич О. П. Еколого-гігієнічна оцінка поведінки фунгіцидів класу етилен-біс-дитіокарбаматів та їх персистентності у об'єктах навколишнього середовища / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню здоров'я 2013 р., 4-5 квітня. – м. Київ. // Східноєвропейський журнал громадського здоров'я. – 2013. – № 1 (21). – С. 96–97.

55. Гігієнічна оцінка комплексного і комбінованого ризику для працюючих при застосуванні сумішевих фунгіцидів на помідорах / О. П. Вавріневич, С. Т.

Омельчук, В. Г. Бардов, І. М. Пельо // Праці та повідомлення Міжнародної конференції «Хімічна безпека: проблеми і рішення». 4-7 червня 2013. – Севастополь, 2013. – С. 30.

56. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка небезпеки розвитку гострих інгаляційних отруєнь у осіб, задіяних при застосуванні фунгіцидів класу триазолів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук // Матеріали Другої Міжнародної конференції: «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення». – Ужгород, 27-30 травня 2014 року. – 2014. – С. 26–27.

57. Вавріневич О. П. Гігієнічна оцінка можливості виникнення гострих токсичних ефектів у працюючих при роботі з фунгіцидами класу стробілуринів / О. П. Вавріневич // Матеріали XV Конгресу СФУЛТ, 16-18 жовтня 2014 р. Чернівці – Київ – Чикаго. – Чернівці, 2014. – С. 386.

58. Порівняльна гігієнічна оцінка екотоксикологічної небезпеки при застосуванні фунгіцидів різних класів / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, А. В. Благая // Збірка тез доповідей науково-практичної конференції (десяті марзеєвські читання) «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України». м. Київ, 9–10 жовтня 2014 р. – 2014. – Вип. 14. – С. 161–163.

59. Вавріневич О. П. Оцінка безпечності харчових продуктів при застосуванні фунгіцидів різних класів, як складова державного соціально-гігієнічного моніторингу в агропромисловому комплексі України / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції до Всесвітнього дня здоров'я 2015 р. «Безпека харчових продуктів» // Східноєвропейський журнал громадського здоров'я. – 2015. – № 1 (22). – С. 82.

#### **інформаційних листах:**

60. Модель управління екологічним та професійним ризиком небезпечного впливу фунгіцидів різних класів на здоров'я працівників, населення та об'єкти довкілля / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов / Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. Укрмедпатентінформ. – Київ, 2016. – № 21. – 5 с.

61. Модель прогнозування розрахункового нормативу пестицидів у воді водойм господарсько-питного призначення / О. П. Вавріневич, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов / Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. Укрмедпатентінформ. – Київ, 2016. – № 22. – 6 с.

#### **патентах:**

62. Пат. 62169 UA, МПК G01N 33/18 (2011.01). Спосіб визначення фунгіцидів класу ацилаланінів у воді / В. Г. Бардов, А. А. Борисенко, С. Т. Омельчук, Д. Б. Гиренко, Г. І. Маруженко, О. П. Вавріневич; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2011 02510 ; заявл. 03.03.11 ; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15.

63. Пат. 62168 UA, МПК G01N 33/00 (2011.01). Спосіб визначення фунгіцидів класу ацилаланінів у повітрі / В. Г. Бардов, А. А. Борисенко, С. Т. Омельчук, Д. Б. Гиренко, Г. І. Маруженко, О. П. Вавріневич; заявник та

патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2011 02509 ; заявл. 03.03.11 ; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15.

64. Пат. 60293 UA, МПК G01N 33/00 (2011.01). Спосіб визначення метил(Е)-2-[2-(6-трифторметилпіридин-2-іл-оксиметил)-феніл]-3-метоксіакрилату у повітрі / С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов, Д. Б. Гиренко, А. В. Благая, О. П. Вавріневич; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2010 15872 ; заявл. 29.12.10 ; опубл. 10.06.11, Бюл. № 11.

65. Пат. 47987 UA, МПК G01N 30/00 (2009). Спосіб визначення фунгіцидів класу стробілуринів у воді / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Е. П. Вавріневич, Т. В. Гиренко; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2009 11514 ; заявл. 12.11.09 ; опубл. 25.02.10, Бюл. № 4.

66. Пат. 64195 UA, МПК G01N 33/00 (2011.01). Спосіб визначення фунгіцидів класу триазолів у воді / В. Г. Бардов, Г. І. Маруженко, С. Т. Омельчук, О. П. Вавріневич; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2011 06564 ; заявл. 25.05.11 ; опубл. 25.10.11, Бюл. № 20.

67. Пат. 64196 UA, МПК G01N 33/00 (2011.01). Спосіб визначення фунгіцидів класу триазолів у повітрі / В. Г. Бардов, Г. І. Маруженко, С. Т. Омельчук, О. П. Вавріневич; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2011 06565 ; заявл. 25.05.11 ; опубл. 25.10.11, Бюл. № 20.

68. Пат. 102112 UA, МПК G01N 33/00 (2015.01). Спосіб визначення азотовмісних фунгіцидів у воді / О. П. Вавріневич, С. В. Білоус, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2015 05293 ; заявл. 29.05.15 ; опубл. 12.10.15, Бюл. № 19.

69. Пат. 105428 UA, МПК A61B 10/00 (2016.01). Спосіб прогнозування негативного впливу на здоров'я населення пестицидів при їх потраплянні в організм з водою / О. П. Вавріневич, М. М. Коршун, С. Т. Омельчук, В. Г. Бардов; заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. – № у 2015 06527; заявл. 03.07.15; опубл. 25.03.16. – Бюл. № 6. – 4 с.

**рекомендація по застосуванню пестицидів:**

70. Вавріневич О. П. Про необхідність застосування індивідуальних засобів захисту шкіри та дихальних шляхів персоналу при роботі з пестицидами / О. П. Вавріневич // DuPont. – 2015. – С. 2-8.



## АНОТАЦІЯ

***Вавріневич О.П. Гігієнічне обґрунтування наукових основ проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу при застосуванні фунгіцидів в агропромисловому комплексі України. – Рукопис.***

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.02.01 – гігієна та професійна патологія. – Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, 2016.

Дисертація присвячена порівняльній гігієнічній оцінці фунгіцидів класу триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопірролів, анілідів, анілінопіримідинів за токсикологічними параметрами, показниками професійного ризику, екотоксикологічної небезпечності, стійкості у ґрунті, сільськогосподарській сировині; удосконаленню моделей прогнозування розрахункового нормативу у воді водойм та розробці методу комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту в ґрунтові води, який дозволить оцінити ризик їх несприятливого впливу на здоров'я населення при споживанні забрудненої води. Обґрунтовані максимально допустимі рівні досліджуваних фунгіцидів у харчових продуктах та сільськогосподарській сировині, регламенти їх безпечного застосування. Запропоновано методику прогнозування розрахункового нормативу у воді водойм господарсько-питного призначення сучасних пестицидів різних класів. Удосконалено схему функціонування системи соціально-гігієнічного моніторингу і профілактики негативного впливу фунгіцидів на здоров'я населення та модель управління екологічним та професійним ризиком небезпечного впливу на здоров'я працівників, населення і об'єкти довкілля. Обґрунтовано критерії відбору фунгіцидів для проведення їх моніторингу в агропромисловому комплексі України.

**Ключові слова:** фунгіциди, гігієнічні нормативи, об'єкти навколишнього середовища, умови праці, оцінка ризику, профілактичні заходи, соціально-гігієнічний моніторинг.

## АННОТАЦИЯ

***Вавриневич Е.П. Гигиеническое обоснование научных основ проведения государственного социально-гигиенического мониторинга при применении фунгицидов в агропромышленном комплексе Украины. – Рукопись.***

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.02.01 – гигиена и профессиональная патология. – Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, Киев, 2016.

Диссертация посвящена проблеме усовершенствования системы социально-гигиенического мониторинга фунгицидов и обоснованию основных критериев их отбора для проведения мониторинговых исследований.

Проведенный сравнительный анализ токсических свойств показал, что исследуемые фунгициды класса анилиды относятся к III классу, триазолы, стробилурины, этилен-бис-дитиокарбаматы цианопирролы и анилинопиримидины – II классу опасности по лимитирующему критерию – ингаляционной токсичности.

Проведенные исследования по изучению условий труда при применении изучаемых фунгицидов для обработки культур путем штангового, вентиляторного и ранцевого опрыскивания потенциальный риск опасного воздействия их на организм работающих при комплексном поступлении через дыхательные пути и кожу был допустимым и не превышал 1. Ведущая роль в формировании комплексного профессионального риска, независимо от способа обработки, принадлежит дермальному риску по отношению к ингаляционному: у работающих при применении веществ класса триазолов  $90,3 \pm 3,5$  % ( $p \leq 0,001$ ), стробилуринов –  $88,5 \pm 3,0$  % ( $p \leq 0,001$ ), этилен-бис-дитиокарбаматов –  $74,7 \pm 7,5$  % ( $p \leq 0,001$ ), цианопирролов –  $98,2 \pm 0,7$  % ( $p \leq 0,001$ ), анилинопиримидинов –  $82,5 \pm 8,2$  % ( $p \leq 0,001$ ), анилидов –  $94,1 \pm 3,1$  % ( $p \leq 0,001$ ).

При применении смесевых фунгицидов путем вентиляторного опрыскивания комбинированный риск опасного воздействия на работающих при комплексном поступлении составлял  $6,2 \times 10^{-2} - 1,0134$ , штангового опрыскивания –  $5,7 \times 10^{-2} - 1,861$ , ранцевого опрыскивания –  $4,21 \times 10^{-2} - 5,06 \times 10^{-2}$ . В формировании профессионального комбинированного риска ведущая роль принадлежит дермальному ( $p \leq 0,05$ ).

В результате проведенных натуральных экспериментов по изучению динамики содержания исследуемых фунгицидов в объектах окружающей среды было установлено, что все они не накапливаются и не обнаруживаются в почве и сельскохозяйственном сырье в период сбора урожая. Полученные результаты были использованы при расчете показателей периодов полураспада ( $T_{50}$ ) исследуемых веществ в почве и растениях, что позволило нам отнести фунгициды класса этилен-бис-дитиокарбаматов по стойкости в почве в разных почвенно-климатических условиях Украины к малоопасным соединениям в соответствии с ДСанПіН 8.8.1.002-98 (IV класс опасности), в растениях – умеренно опасным (III класс). Фунгициды класса стробилуринов, цианопирролов, анилидов и анилинопиримидинов по стойкости в почве и растениях оценены как умеренно опасные (III класс). Наиболее стойкими соединениями являются фунгициды класса триазолов, которые по стойкости в почве и растениях отнесены ко II классу (опасные соединения).

Полученные результаты позволили обосновать максимально допустимые уровни фунгицидов в пищевых продуктах и сельскохозяйственном сырье, гигиенические регламенты их безопасного применения. Предложено методику прогнозирования расчетного норматива современных пестицидов в воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения. Разработан метод комплексной оценки возможного негативного воздействия на организм человека пестицидов при их вымывании из почвы в почвенные воды, который позволит оценить риск

их опасного воздействия на здоровье населения при употреблении загрязненной воды.

На основании полученных результатов усовершенствовано схему функционирования системы социально-гигиенического мониторинга и профилактики негативного воздействия фунгицидов на здоровье населения и модель управления экологическим и профессиональным риском опасного воздействия на здоровье работающих, население и объекты окружающей среды. Обоснованы критерии выбора фунгицидов для проведения их мониторинга в агропромышленной комплексе Украины.

**Ключевые слова:** фунгициды, гигиенические нормативы, объекты окружающей среды, условия труда, оценка риска, профилактические мероприятия, социально-гигиенический мониторинг.

## SUMMARY

*Vavrinevych O.P. Hygienic substantiation of scientific fundamentals of the State's social and hygienic monitoring of the fungicides application in agricultural sector of Ukraine. – Manuscript.*

Dissertation for the Doctor of Medical Sciences degree in speciality 14.02.01 – hygiene and Occupational pathology. – Bohomolets National Medical University of the Ministry of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis deals with comparative hygienic evaluation of triazole, strobilurine, ethylene-bis-dithiocarbamate, cyanopyrrole, anilide, anilinopyrimidine fungicides by toxicological parameters, professional risk indices, ecotoxicological hazard, persistence in soil and agricultural raw materials; as well as improvement of models to predict the calculative standards of fungicides in the water of water bodies and development of method for complex estimation of the possible negative impact of pesticides on the human body when they are washed out from the soil and leached into the ground waters, which will allow to estimate the risk of its negative impact on public health during contaminated water consumption. Maximum allowable (residue) levels of studied fungicides in food and agricultural raw materials, and regulations of its safe application were substantiated. The procedure of predicting calculated standards of modern different classes' pesticides in the water of ponds used for household and drinking water supply was suggested. The scheme of the social and hygienic monitoring and prevention of fungicides negative effects on public health functioning system and model of managing environmental and occupational risk of harmful impact on workers', population health, and environment objects were improved. The criteria for the selection of fungicides to be monitored in agricultural sector of Ukraine were scientifically substantiated.

**Key words:** fungicides, hygienic regulations and standards, objects of environment, labour (working) conditions, risk assessment, preventive measures, social and hygienic monitoring.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

д.р.	діюча речовина
ПП	Індекс персистентності пестициду
КВД <sub>д.</sub>	коефіцієнт вибіркової дії пестициду при дермальному впливі
КВД <sub>інг.</sub>	коефіцієнт вибіркової дії пестициду при інгаляційному впливі
КМІО	коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння
МДР	максимально допустимий рівень
ОДК	орієнтовна допустима концентрація
у.о.	умовні одиниці
ХЗЗР	хімічні засоби захисту рослин
GUS	індекс потенційного вимивання
T <sub>50</sub>	період напіврозкладання, період розкладання 50 % вихідної кількості речовини