

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БІЛОУС ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

УДК 613.632.95:[634.7+635.61/.62]

ДИСЕРТАЦІЯ

**РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГЛАМЕНТІВ
БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯГІДНИХ
ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР**

Спеціальність 222 «Медицина»

Галузь знань 22 «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Білоус

Ольга

Сергіївна

Подписано цифровой
подписью: Білоус
Ольга Сергіївна
Дата: 2024.01.17
17:36:17 +02'00'

Білоус О.С.

Науковий керівник:

ВАВРІНЕВИЧ ОЛЕНА ПЕТРІВНА

доктор медичних наук, професор

Київ - 2024

АНОТАЦІЯ

Білоус О.С. Ризик-орієнтований підхід до обґрунтування регламентів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD). за спеціальністю 222 – Медицина. Галузь знань 22 Охорона здоров'я. – Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена проблемі регламентації пестицидів, рекомендованих до застосування на баштанних та ягідних культурах, з урахуванням результатів оцінки професійного ризику та ризику для населення при ймовірній контамінації об'єктів довкілля та сільськогосподарської сировини. Пріоритетним напрямком сучасного розвитку ягідництва і баштанництва в Україні є впровадження інтегрованих систем хімічного захисту культур, які є порівняно простими у застосуванні і достатньо ефективними. При цьому зростає небезпека кумуляції пестицидів у сільськогосподарській продукції, що зумовлює потребу контролю залишкових кількостей їх діючих речовин і оцінки ризику для населення, оскільки ягоди і плоди баштанних культур споживають переважно у свіжому вигляді та використовують як сировину для продуктів дитячого і дієтичного харчування.

Існуючі в Україні підходи і методики оцінки ризику потребують узагальнення та гармонізації з європейськими і повинні передбачати розробку рекомендацій щодо впровадження ризик-орієнтованого підходу при обґрунтуванні медико-санітарних нормативів пестицидів та встановлення критеріїв, необхідних для вирішення питання доцільності проведення моніторингових досліджень пестицидів в різних об'єктах навколишнього середовища.

Проведений аналіз застосування пестицидів на сільськогосподарських культурах, в тому числі на ягідних, показав, що кількість пестицидів за останні

11 років (2012-2023 рр.) збільшилась на 75,6 %, з темпом приросту $21,0 \pm 6,4$ % кожні 3-4 роки.

Першим етапом нашого дослідження була оцінка токсичних властивостей пестицидів, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах. Було встановлено, що більшість фунгіцидних препаратів та їх діючих речовин належать до II класу небезпечності, крім препаратів Кітч, Тринол, Сігнум та д.р. боскалід, що належать до III класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Аналізовані гербіциди та їх д.р. – є пестицидами II класу небезпечності, за винятком препарату Стомп Аква, який є помірно небезпечним (III клас небезпечності) (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Досліджуваний інсектицид Вертімек і д.р. спіродиклофен належать до II класу небезпечності, препарат Протект – II класу, д.р. абамектин – I класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність).

У всіх випадках віддалені ефекти дії досліджуваних д.р. не є лімітуючими при встановленні інтегрального класу небезпечності.

На наступному етапі виконано оцінку ймовірності виникнення отруєнь пестицидами працівників.

Нами було встановлено, що для всіх досліджуваних діючих речовин величина коефіцієнту можливості інгаляційного отруєння (КМІО) $< 0,5$, що свідчить про низьку ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при використанні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. За даним критерієм всі досліджувані діючі речовини відносяться до IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98.

Доведено відносну безпечність при надходженні перкутанним і інгаляційним шляхом більшості діючих речовин та препаратів на їх основі для захисту ягідних та баштанних культур, для яких коефіцієнти вибіркової дії при різних шляхах надходження ($КВД_{інг.}$ та $КВД_{дерм.}$) більше 100. Винятком є д.р. ципродиніл, фенгексамід, азоксистробін, піраклостробін, хлорокис міді, пендиметалін, абамектин, величини $КВД_{інг.}$ яких є менше 100, що свідчить про

відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів при надходженні до організму працюючих через органи дихання. Для S-метолахлору та гліфосату обидві величини ($KВД_{інг.}$ та $KВД_{дерм.}$) знаходяться в діапазоні 7,41–31,82, що свідчить про відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів при потраплянні їх через органи дихання та через шкіру. Для препаратів Тринол, Сігнум, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс величини $KВД_{дерм.}$ були в межах 15,43 – 88,18, що підтверджує і є відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів при потраплянні даних препаратів на шкіру працівників.

На наступному етапі виконано натурні дослідження щодо санітарно-гігієнічної оцінки умов праці осіб задіяних при застосуванні пестицидів агропромисловому секторі і особистих приватних господарствах, для захисту ягідних та баштанних культур. Виявлено відсутність забруднення обраними пестицидами повітря робочої зони заправників, трактористів та операторів, атмосферного повітря в зоні можливого зносу препарату в день дослідження, а також через 3 і 7 діб після застосування. Оцінка професійного ризику показала, що в промислових умовах індекс небезпечності при комплексному впливі фунгіцидів на заправників і трактористів складав $0,110 \pm 0,046$ і $0,155 \pm 0,071$, гербіцидів – $0,34 \pm 0,025$ та $0,380 \pm 0,257$, інсектицидів – $0,221 \pm 0,111$ і $0,222 \pm 0,110$, індекс небезпечності при комбінованому впливі декількох діючих речовин – $0,239 \pm 0,088$ і $0,336 \pm 0,140$, відповідно, що дозволило нам оцінити професійний ризик при їх використанні як допустимий. Перкутанний, інгаляційний, сумарний та комбінований ризики для операторів при проведенні ранцевої обробки досліджуваними пестицидами в приватних господарствах є меншим 1, тобто не перевищує допустимий ($p > 0,05$)

Серед досліджуваних діючих речовин найбільший перкутанний ризик встановлений при застосуванні пенконазолу, а найменший для абамектину. Інгаляційний ризик найвищий для металаксилу-М (препарат Юніформ), а найменший для азоксистробіну цього ж препарату. Сумарний ризик найбільший для пенконазолу, найменший для абамектину. Оскільки препарати Амістар Голд,

Юніформ, Ридоміл Голд містять у своєму складі дві діючих речовини, можлива їх комбінована дія. Розрахувавши комбінований ризик, було виявлено, що він не перевищує допустимий. Відсоток перкутаного ризику для всіх діючих речовин був більше 50%, за виключенням S-метолахлору. Було встановлено, що величини інгаляційного та перкутанного ризику для операторів достовірно не відрізняються за критерієм Стьюдента ($p > 0,05$).

В результаті виконаних досліджень було обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування препаратів Кітч, ВГ, Тринол, ВГ, Світч 62,5 WG, ВГ, Сігнум, ВГ, Серкадіс Плюс, КС, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ, Стомп Аква, СК, Герболекс в.р., Протект SC, КС, Вертімек 018 EC, KE, Амістар Голд 250 SC, КС, Топаз, KE, Юніформ 446 SE – строки виходу працівників на оброблені ділянки для проведення механізованих робіт 3 доби, ручних – 7 діб при їх застосуванні в системі хімічного захисту ягідних та баштанних культур. Для препарату Дуал Голд – 7 та 15 діб відповідно, Апрон, ТН і Максим, ТН – не потребує.

Наступний етап дослідження був присвячений санітарно-гігієнічним дослідженням динаміки вмісту пестицидів у ґрунті різних ґрунтово-кліматичних зон України. Результати натурного експерименту по оцінці динаміки вмісту досліджуваних сполук в ґрунті показали, що їх залишки не були виявлені на момент збору врожаю. Математичне моделювання поведінки досліджуваних пестицидів у ґрунті дозволило отримати кінетичні рівняння, які дозволяють здійснювати прогноз їх руйнації. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки за умов промислового застосування знаходилось в діапазоні від 0,7274 до 0,9955, в умовах приватного сектору – діапазоні від 0,8135 до 0,9977, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі. За стабільністю у ґрунті, при застосуванні пестицидів в промисловому секторі, фенгексамід, хлорокис міді, гліфосат, спіродиклофен, абамектин належать до малонебезпечних пестицидів (IV клас), флудіоксоніл, ципродиніл, металаксил-М до помірно стійких (III клас), боскалід, дифеноконазол, азоксистробін, піраклостробін, пендиметалін, флуксапіроксад до стійких (II клас). При

застосуванні пестицидів в приватному секторі азоксистробін, пенконазол, металаксил-М віднесено до II класу, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – до III класу, абамектин – IV класу.

Встановлено, що за показником GUS (індекс потенційного вимивання в ґрунтові води) більшість досліджуваних пестицидів ймовірно не вимиваються з ґрунту або мають незначну ймовірність вимивання при їх застосуванні на ягідних і баштанних культурах в промислових умовах та приватному секторі, за виключенням металаксилу-М, який ймовірно вимивається з ґрунту.

Комплексна оцінка небезпеки для здоров'я населення досліджуваних пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, показала, що ризик негативного їх впливу на здоров'я людей при споживанні води (Р) є допустимим.

Результати власних дослідженнях, отримані при застосуванні пестицидів в промисловому секторі показали, що за інтегральним показником небезпечності при їх надходженні у воду д.р. флудіоксоніл, піраклостробін, пендиметалін є малонебезпечними (4 клас), фенгексамід, боскалід, флуксапіроксад, азоксистробін, спіродиклофен, абамектин – помірно небезпечні (3 клас), ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, небезпечні (2 клас); в приватному секторі – пенконазол, абамектин – 3 клас (помірно небезпечні), дифеноконазол, азоксистробін, металаксил-М – 2 клас (небезпечні).

Наступний етап дослідження був присвячений оцінці динаміки вмісту досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах. Математичне моделювання результатів натурних досліджень щодо вмісту залишків досліджуваних сполук у рослинах та плодах дозволило визначити показники стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах (T_{50}). За цим показником дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін належать до II класу небезпечності, інші діючі речовини – IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98.

Математичне моделювання поведінки досліджуваних д.р. у вегетуючих ягідних і баштанних культурах дозволило отримати кінетичні рівняння, які

дозволяють здійснювати прогноз швидкості їх руйнації. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки в умовах ОПГ знаходилось в діапазоні від 0,8433 до 0,9525, в промислових умовах – від 0,7292 до 0,9877, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

В результаті виконаних натурних спостережень обґрунтовані 20 максимально допустимих рівнів (МДР):

МДР флудіоксонілу в суниці (ягоди) – 0,08 мг/кг, суниці (сік) – 0,01 мг/кг, малині – 0,1 мг/кг, малиновому соку – 0,01 мг/кг, ожині – 0,1 мг/кг, ожиновому соку – 0,01 мг/кг;

МДР ципродинілу в суниці (ягоди) – 0,1 мг/кг, суниці (сік) – 0,01 мг/кг, малині – 0,1 мг/кг, малиновому соку – 0,01 мг/кг, ожині – 0,1 мг/кг, ожиновому соку – 0,01 мг/кг;

МДР флуксапіроксаду в кавунах – 0,1 мг/кг;

МДР дифенокназолу в кавунах – 0,2 мг/кг, суниці – 0,2 мг/кг, суничному соку – 0,01 мг/кг;

МДР пендиметаліну в суниці 0,05 мг/кг.

МДР пендиметаліну в суничному соку – не потребує.

МДР азоксистробіну в суниці - 0,1 мг/кг, суничному соку – 0,01 мг/кг.

В результаті проведених натурних досліджень обґрунтовані медико-санітарні нормативи (строки очікування) безпечного застосування препаратів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Герболекс, Протект, Вертімек, Юніформ, Апрон, Максим при їх застосуванні в АПС і препаратів Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек в ОПГ на ягідних та баштанних культурах.

Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення, з урахуванням ймовірного забруднення залишковими кількостями досліджуваних пестицидів ягідних та баштанних культур, показала незначний ризик для здоров'я. Визначення інтегрального показника небезпечності (ІПНВП) при вживанні

сільськогосподарської продукції дозволило віднести досліджувані діючі речовини до малонебезпечних та помірно небезпечних для людини.

Паралельно проводили оцінку ймовірного комбінованого впливу сумішей пестицидів при застосуванні комбінованих формуляцій, до складу яких входить декілька діючих речовин. Враховуючи, що сумарне добове надходження до організму людини флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Кітч) з ягідними культурами становить 11,05 % від ДДД флудіоксонілу; металаксилу-М і хлорокису міді (препарат Ридоміл Голд) з кавунами – 4,67 % від ДДД металаксилу-М; флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Світч) з лохиною – 3,65 % від ДДД флудіоксонілу, флуксапіроксаду і дифеноконазолу (препарат Серкадіс Плюс) з кавунами – 7,67 % від ДДД дифеноконазолу; боскаліду і піраклостробіну (препарат Сігнум) з суницею – 0,80 % від ДДД піраклостробіну; азоксистробіну і металаксилу-М (препарат Юніформ) з кавунами – 0,97 % від ДДД обох діючих; дифеноконазолу і азоксистробіну (препарат Амістар Голд) з суницею – 28,36 % від ДДД дифеноконазолу.

Ризик виникнення гострих ефектів для споживачів сільськогосподарської продукції, вирощеної при застосуванні аналізованих пестицидних формуляцій, є низьким.

Виконані дослідження дозволили виділити критерії, які слід враховувати при вирішенні питання необхідності проведення моніторингу залишків пестицидів на постреєстраційному етапі.

При оцінці ризику і обґрунтуванні медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів на ягідних і баштанних культурах, використано наступні напрямки оцінки небезпеки:

1. Токсикологічна небезпека пестицидів.
2. Ризик впливу пестицидів на працівників, як професійної шкідливості.
3. Ризик впливу залишкових кількостей пестицидів на населення при споживанні харчових продуктів.
4. Ризик впливу залишкових кількостей пестицидів на населення при споживанні питної води.

Отримані результати показали, що обов'язковому моніторингу у воді підлягають фунгіциди дифеноконазол, азоксистробін, пенконазол, металаксил-М, гербіциди S-метолахлор, гліфосат, інсектицид абамектин; у ґрунті – фунгіциди дифеноконазол, пенконазол, гербіциди S-метолахлор, пендиметалін, інсектицид абамектин; у сільськогосподарській сировині – фунгіцид дифеноконазол, гербіцид пендиметалін, інсектицид абамектин.

Отримані результати досліджень дозволили науково обґрунтувати алгоритм оцінки ризику для працюючих і населення при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур та критерії необхідності проведення моніторингу при їх використанні на досліджуваних культурах.

Розроблені рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур дозволять попередити небезпечний вплив пестицидів на професійні і непрофесійні контингенти.

Розроблено 12 методичних вказівок з визначення досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах методами вискоєфективної рідинної і газорідинної хроматографії, що дозволить здійснювати контроль їх залишків у сільськогосподарській сировині на постреєстраційному етапі їх застосування для хімічного захисту досліджуваних культур.

Розроблені інструкції, медико-санітарні нормативи з безпечного застосування досліджуваних пестицидів та рекомендації щодо необхідності моніторингу аналізованих д.р., які запропоновані для захисту ягідних та баштанних культур, використовуються фахівцями МОЗ України, Державної служби України з питань праці, Держпродспоживслужби України, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства аграрної політики України.

Ключові слова: пестициди, хімічні забруднювачі повітря, води, ґрунту, параметри токсичності, неканцерогенний та канцерогенний ризику, харчова безпека, медико-санітарне нормування, комплексний і комбінований ризик.

SUMMARY

Bilous O.S. A risk-oriented approach to the substantiation of regulations for the safe use of pesticides for the protection of berry and melon crops. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the Philosophy Doctor (PhD) scientific degree. Branch of knowledge 22 «Health care». Specialty 222 «Medicine». Bogomolets National Medical University, Kyiv, 2023.

The dissertation deals with the problem of regulation of pesticides recommended for application on melon and berry crops, considering the results of the assessment of occupational risk and risk to the population in case of possible contamination of environmental objects and agricultural raw materials. The priority direction of the modern development of berry growing and melon growing in Ukraine is the implementation of integrated systems of chemical protection of crops, which are relatively simple to use and sufficiently effective. At the same time, the danger of pesticide accumulation in agricultural products is increasing, which leads to the need to control the residual amounts of its active substances and assess the risk to the population, since the berries and fruits of melon crops are consumed mainly fresh and used as raw materials for baby and dietary food products.

Methods and approaches to risk assessment existing in Ukraine require generalization and harmonization with European ones. They should develop recommendations for implementing a risk-oriented approach in the substantiation of medical and sanitary standards for pesticide application and the establishment of criteria necessary for solving the question of the feasibility of conducting monitoring studies of pesticides in various environmental objects.

The analysis of pesticide application on agricultural crops, including berries, showed that the number of registered pesticides increased by 75.6% over the past 11 years (2012-2023), with a growth rate of $21.0 \pm 6.4\%$ every 3-4 years.

The first stage of our research was an assessment of the toxic properties of pesticides recommended for use on berry and melon crops. It was established that most

fungicidal preparations and their active ingredients (a.i.) pertain to the II class of hazard, except the Kitch, Trinol, and Signum preparations, and a.i. boscalid of the III hazard class (limiting criterion is acute inhalation toxicity). The analyzed herbicides and their a.i. are pesticides of the II hazard class, except Stomp Aqua, which is moderately dangerous (hazardous class III) (the limiting criterion is acute inhalation toxicity). The studied insecticide Vertimek and a.i. spiroticlofen pertains to the II class of hazard. The Protect preparation is of the II class, a.i. abamectin – 1st class of hazard (limiting criterion - acute inhalation toxicity).

In all cases, the long-term effects of the studied preparations are not limiting when establishing an integral hazard class.

At the next stage, an assessment of the probability of workers being poisoned by pesticides was performed.

We found that for all the studied active substances, the value of the coefficients of the inhalation poisoning possibility (CIPP) is <0.5 , which indicates a low probability of acute toxic effects when applying pesticides to protect berry and melon crops. According to this criterion, all studied active substances pertain to the IV hazard class under DSanPiN 8.8.1.002-98.

The relative safety of most of the active substances and preparations based on them for berry and melon crop protection was proven by considering the action selectivity coefficients via different routes of exposure (the coefficients of the pesticide's selectivity of the action for inhalation and dermal (ASC_{inh} , ASC_{derm}) exposure are more than 100). The exceptions are a.i. cyprodinil, phenhexamid, azoxystrobin, pyraclostrobin, copper chloride, pendimethalin, abamectin, ASC_{inh} values of which are less than 100, indicating a relatively high probability of acute toxic effects after the workers' body exposure via the respiratory system. For S-metolachlor and glyphosate, both values (ASC_{inh} , ASC_{derm}) are in the range of 7.41-31.82, which indicates a relatively high probability of acute toxic effects after the workers' body exposure via the respiratory system and through the skin. For Trinol, Signum, Ridomil Gold, Stomp Aqua, Dual Gold, Herbolex, ASC_{derm} values were in the range of 15.43 -

88.18, which confirms that there is a relatively high probability of acute toxic effects after the workers' body exposure by them through the skin.

At the next stage, on-site field research was carried out on the sanitary and hygienic assessment of the working conditions of persons involved in the protection of berry and melon crops applying pesticides in the agro-industrial sector and personal private farms. The absence of air pollution in the working zone area of refuellers, tractor drivers and operators, atmospheric air in the area of possible pesticide drift on the day of application, and 3 and 7 days after application was established. The occupational risk assessment showed that in real-life agricultural conditions, the hazard index for the complex effect of fungicides on refuellers and tractor drivers was 0.110 ± 0.046 and 0.155 ± 0.071 , herbicides – 0.34 ± 0.025 and 0.380 ± 0.257 , insecticides – 0.221 ± 0.111 and 0.222 ± 0.110 , the hazard index for the combined effect of several active substances is 0.239 ± 0.088 and 0.336 ± 0.140 , respectively, which allowed us to assess the occupational risk when using them as acceptable. Percutaneous, inhalation, total, and combined risks for operators when carrying out knapsack treatment with studied pesticides in private farms is less than 1, i.e. does not exceed the permissible level ($p > 0.05$).

Among the investigated active substances, the highest percutaneous risk was established for penconazole application, and the lowest one for abamectin. The inhalation risk is the highest for metalaxyl-M (Uniform preparation), and the lowest one for azoxystrobin of the same preparation. The total risk is the highest for penconazole and the lowest for abamectin. Because Amistar Gold, Uniform, and Ridomil Gold preparations contain two active substances in the composition, their combined action is possible. After calculating the combined risk, it was found that it does not exceed the permissible level (1). The percentage of percutaneous risk for all active substances was more than 50%, except S-metolachlor. It was established that the values of inhalation and percutaneous risk for operators do not differ significantly according to the Student's test ($p > 0.05$).

As a result of the conducted studies, the medical and sanitary regulations for the safe use of the Kitch, VG, Trinol, VG, Switch 62.5 WG, VG, Signum, VG, Serkadis

Plus, KS, Ridomil Gold R 161 WG, VG, Stomp Aqua, SC, Herbolex v.r., Protect SC, KS, Vertimek 018 ES, KE, Amistar Gold 250 SC, KS, Topaz, KE, and Uniform 446 SE were substantiated. The re-entry periods for workers applying studied pesticides in the berry and melon crop chemical protection system in the case of mechanized work were established at 3 days, for manual work at 7 days, respectively; for the Dual Gold preparation – 7 and 15 days, respectively, Apron, TN and Maxim, TN – are not necessary.

The next stage of the research dealt with sanitary and hygienic studies of pesticide content dynamics in the soil of different soil and climatic zones of Ukraine. The results of the natural experiment on the assessment of the studied compounds' content dynamics in the soil showed that their residues were not detected at the time of harvesting. Mathematical modelling of the studied pesticides' behaviour in the soil made it possible to obtain kinetic equations that allow prediction of their destruction. The values of the coefficient of determination when modelling behaviour under the conditions of agricultural application were in the range from 0.7274 to 0.9955, in the conditions of the private sector – in the range from 0.8135 to 0.9977, which indicates the adequacy of the chosen exponential model. According to the stability in the soil, when pesticides are used in the agricultural sector, phenhexamid, copper chloride, glyphosate, spirodiclofen, abamectin pertain to low-hazardous pesticides (class IV), fludioxonil, cyprodinil, metalaxyl-M to moderately stable (class III), boscalid, difenoconazole, azoxystrobin, pyraclostrobin, pendimethalin, fluxapyroxad to persistent (II class). When using pesticides in the private sector, azoxystrobin, penconazole, and metalaxyl-M are assigned to the II class, difenoconazole, copper, and S-metolachlor – to the III class, and abamectin – to the IV class.

It was established that according to the GUS index (the index of potential leaching into groundwater), most of the studied pesticides are probably not leachable from the soil or have a negligible probability of leaching when they are used on berry and melon crops in agricultural conditions and the private sector, except metalaxyl-M, which is likely leached from of the soil.

A comprehensive assessment of the public health hazard of the tested pesticides recommended for the protection of berry and melon crops showed that the risk of their negative impact on human health when consuming water (P) is acceptable.

The results of our own research, obtained while applying pesticides in the agricultural sector, showed that according to the integral indicator of hazard when they get to water, a.i. fludioxonil, pyraclostrobin, and pendimethalin are slightly hazardous (class 4), phenhexamid, boscalid, fluxapyroxad, azoxystrobin, spirodiclofen, abamectin are moderately hazardous (class 3), cyprodinil, difenoconazole, metalaxyl-M, glyphosate are hazardous (class 2); in the private sector – penconazole, abamectin - class 3 (moderately hazardous), difenoconazole, azoxystrobin, metalaxyl-M – class 2 (hazardous).

The next stage of the research dealt with the assessment of the studied pesticides' content dynamics in berry and melon crops. Mathematical modelling of the results of natural studies on the residue content of the studied compounds in plants and fruits allowed us to determine the persistency indicators in vegetative agricultural crops (τ_{50}). According to this indicator, difenoconazole, metalaxyl-M, azoxystrobin, and pendimethalin pertain to the II class of hazard, other active substances – to the IV class of hazard under DSanPiN 8.8.1.002-98.

Mathematical modelling of studied a.i. behaviour in vegetating berry and melon cultures allowed us to obtain kinetic equations that forecast the speed of their destruction. The value of the coefficient of determination when modelling behaviour in the conditions of the private farms was in the range from 0.8433 to 0.9525, and in agricultural conditions – from 0.7292 to 0.9877, which indicates the adequacy of the chosen exponential model.

As a result of field on-site observations, 20 maximum allowable levels (MAL/MRL) were substantiated:

MAL of fludioxonil in strawberries (berries) – 0.08 mg/kg, strawberries (juice) – 0.01 mg/kg, raspberries – 0.1 mg/kg, raspberry juice – 0.01 mg/kg, blackberries – 0.1 mg/kg, blackberry juice – 0.01 mg/kg;

MAL of cyprodinil in strawberries (berries) – 0.1 mg/kg, strawberries (juice) – 0.01 mg/kg, raspberries – 0.1 mg/kg, raspberry juice – 0.01 mg/kg, blackberries – 0.1 mg/kg, blackberry juice – 0.01 mg/kg;

MAL of fluxapyroxad in watermelons – 0.1 mg/kg;

MAL of difenoconazole in watermelons – 0.2 mg/kg, strawberries – 0.2 mg/kg, strawberry juice – 0.01 mg/kg;

MAL of pendimethalin in strawberries is 0.05 mg/kg.

MAL of pendimethalin in strawberry juice is not needed.

MAL of azoxystrobin in strawberries - 0.1 mg/kg, strawberry juice - 0.01 mg/kg.

As a result of field studies, the medical and sanitary regulations (preharvest intervals) for the safe use of Kitch, Trinol, Switch, Signum, Serkadis Plus, Ridomil drugs have been substantiated Gold, Stomp Aqua, Herbolex, Protect, Vertimek, Uniform, Apron, Maxim when used in the agricultural sector and Amistar Gold, Topaz, Dual Gold, Vertimek in private farming of berry and melon crops were developed.

The assessment of the potential risk to the population's health, considering the possible contamination by the residual amounts of the studied pesticides of berry and melon crops, showed an insignificant health risk. Determining the integral hazard index when consuming agricultural products (integral index of contaminated food consumption – IICFC) made it possible to classify the studied active substances as low-hazardous and moderately hazardous for humans.

At the same time, an assessment of the probable combined effect of pesticides' mixtures was carried out when using combined formulations, which include several active substances. Taking into account that the total daily intake of fludioxonil and cyprodinil (Kitch preparation) with berry crops to the human body is 11.05% of the acceptable daily intake (ADI) of fludioxonil; metalaxyl-M and copper chloride (Ridomil Gold preparation) with watermelons – 4.67% of metalaxyl-M ADI; fludioxonil and cyprodinil (preparation Switch) with blueberries – 3.65% of the ADI of fludioxonil, fluxapyroxad and difenoconazole (preparation Serkadis Plus) with watermelons – 7.67% of the ADI of difenoconazole; boscalid and pyraclostrobin (the Signum preparation) with strawberry – 0.80% of the ADI of pyraclostrobin;

azoxystrobin and metalaxyl-M (Uniform preparation) with watermelons – 0.97% of ADI of both active ingredients; difenoconazole and azoxystrobin (Amistar Gold preparation) with strawberry – 28.36 % of ADI of difenoconazole.

The risk of acute effects for consumers of agricultural products grown using the analyzed pesticide formulations is low.

The conducted research made it possible to identify the criteria that should be considered when deciding on the need to monitor pesticide residues at the post-registration stage.

When assessing the risk and substantiating the medical and sanitary regulations for the safe use of pesticides on berry and melon crops, the following areas of risk assessment were used:

1. Toxicological hazard of pesticides.
2. The risk of pesticide exposure on workers, as an occupational hazard.
3. The risk of the impact of residual amounts of pesticides on the population when consuming food products.
4. The risk of the impact of residual amounts of pesticides on the population when drinking water is consumed.

The findings showed that the fungicides difenoconazole, azoxystrobin, penconazole, metalaxyl-M, herbicides S-metolachlor, glyphosate, and insecticide abamectin are subject to mandatory monitoring in water; fungicides difenoconazole, penconazole, herbicides S- metolachlor, pendimethalin, insecticide abamectin – in the soil; fungicide difenoconazole, herbicide pendimethalin, insecticide abamectin – in agricultural raw materials, respectively.

The obtained research results made it possible to scientifically substantiate the risk assessment algorithm for the workers and the population when using pesticides for berry and melon crop protection and the criteria for the need for monitoring when they are used on the studied crops.

The developed recommendations for a risk-oriented approach to substantiating medical and sanitary standards for the safe use of pesticides for berry and melon crop

protection will prevent the dangerous impact of pesticides on professional and non-professional contingents.

12 methodological instructions have been developed for the determination of the studied pesticides in berry and melon crops by the methods of high-performance liquid and gas-liquid chromatography, which will allow controlling its residues in agricultural raw materials at the post-registration stage of their application for chemical protection of the studied crops.

The developed instructions, medical and sanitary standards for the safe use of the studied pesticides, and recommendations on the need to monitor the studied preparations, which are proposed for the protection of berry and melon crops, are used by specialists of the Ministry of Health of Ukraine, the State Labor Service of Ukraine, the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine.

Keywords: pesticides, chemical pollutants of air, water, soil, toxicity parameters, non-carcinogenic and carcinogenic risk, food safety, medical and sanitary regulations, complex and combined risk.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

(* – особистий внесок здобувача)

Статті у фахових виданнях, затверджених МОН України:

1. Білоус , О., & Вавріневич , О. (2022). Прогнозування гострих отруєнь у працівників сільського господарства при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 134(4), 80-86. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.80-86](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.80-86)

*(*Дисертанткою проведені збір та аналіз даних літератури, розрахунок коефіцієнту можливого інгаляційного впливу, коефіцієнту вибіркової дії пестицидів при інгаляційному впливі та коефіцієнту вибіркової дії пестицидів при дермальному впливі для досліджуваних діючих речовин та препаративних форм на їх основі, аналіз та узагальнення отриманих результатів, статистична обробка результатів дослідження, підготовлено статтю до друку).*

2. Білоус , О. (2023). Гігієнічна оцінка умов праці та індексів небезпеки для осіб, задіяних при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в умовах особистих селянських господарств. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 141(3), 79-87. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.79-87)*(*Дисертанткою проведені збір та аналіз даних літератури, оцінка умов праці, осіб задіяних при застосування пестицидів на ягідних і баштанних культура, розрахунок індексів небезпеки досліджуваних діючих речовин та препаративних форм на їх основі, аналіз та узагальнення отриманих результатів, статистична обробка результатів дослідження, підготовлено статтю до друку).*

Стаття у фаховому виданні за кордоном:

3. Bilous, O. S., Vavrinevych, O. P., Omelchuk, S. T., Aleksiiichuk, V. D., & Syrota, A. I. (2023). PROFESSIONAL RISKS FOR AGRICULTURAL PERSONNEL TREATING BERRIES AND MELON CROPS WITH PESTICIDES. *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*, 76(4), 831–837. <https://doi.org/10.36740/WLek202304120> *(*Дисертанткою проведено гігієнічну*

оцінку умов праці для осіб, задіяних при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в умовах агропромислового сектору, розраховано величини професійного ризику, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю) (проіндексовано Scopus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Білоус, О. С., & Вавріневич, О.П. (2022). Оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні фунгіцидів різних класів на ягідних та баштанних культурах. *«Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини»* (с. 30–33). (*Дисертантка приймала участь у вивченні проблеми, статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, підготовці тез до друку).

2. Білоус, О. С., & Вавріневич, О. П. (2022). Гігієнічна оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні гербіцидів на ягідних та баштанних культурах. *«New trends and unsolved issues in medicine»* (с. 267–269). DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-226-5-70> (*Дисертантка приймала участь у вивченні проблеми, статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, підготовці тез до друку).

3. Білоус, О. С., & Вавріневич, О. П. (2022). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів на ягідних та баштанних культурах у промисловому секторі України. *«Українські медичні вісті»*, 14 № 3–4 (92–93) (с. 130). (*Дисертантка здійснила розрахунки професійного ризику, приймала участь у статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, у підготовці тез до друку).

4. Білоус, О. С. (2022). Впровадження основ оцінки ризику для населення при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених із застосуванням гербіцидів у викладання дисципліни «Гігієна та екологія». *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни* (с. 22–25). Одеса: Видавничий дім «Гельветика».

5. Білоус, О. С. (2022). Гігієнічна оцінка динаміки вмісту пендиметаліну в полуниці та обґрунтування максимально допустимого рівня в цій культурі.

«*Annual Young Medical Scientists' Conference 2022, AYMSConf 2022*» (с. 82–83). (*Дисертанткою вивчено проблему, проведено статистичну обробку отриманих результатів та їх узагальнення, підготовлено тези до друку та виступ на конференції).

6. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П., & Білоус, С. В. (2023). Гігієнічна оцінка ризику забруднення ґрунту залишковими кількостями гербіцидів при застосуванні на ягідних та баштанних культурах. «*Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини*» (с. 57–59). (*Дисертанткою вивчено проблему, проведено статистичну обробку отриманих результатів та їх узагальнення, підготовлено тези до друку та виступ на конференції).

7. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П. (2023). Гігієнічна оцінка забруднення ґрунту залишковими кількостями фунгіцидів та оцінка їх стійкості в ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в агропромисловому секторі України. *Multidisciplinary challenges in contemporary science: innovations and collaboration (Poland). International scientific conference.* 289- 293. (*Дисертанткою проведено вивчення проблеми, аналіз отриманих результатів, участь у написанні тез).

Розділ монографії “Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives”

1. Білоус О.С., Вавріневич О.П. (2023). Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур у приватному секторі України. *Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph. 1st ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”,* 156-170. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6> (*Дисертанткою проведено збір та аналіз даних літератури, здійснене математичне моделювання поведінки досліджуваних пестицидів у ґрунті, оцінено стійкість досліджуваних речовин в об'єктах довкілля, розраховано ризик небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води,

за умови їх застосування у приватному секторі, здійснено статистичну обробку результатів, участь у оформленні розділу монографії).

Інформаційний лист

1. Білоус О.С., Вавріневич О.П. Рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування стандартів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. Київ: Рішення вченої ради Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Протокол № 2 від 27.09.2023 р. (*Дисертанткою проведені вивчення проблеми, статистична обробка отриманих результатів та їх узагальнення, підготовка роботи до друку).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	25
ВСТУП.....	27
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	35
1.1 Аналіз сучасного стану та проблеми застосування пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур в різних країнах світу	35
1.2 Токсикологічна характеристика препаратів та їх діючих речовин, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах	47
РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	68
РОЗДІЛ 3 ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ, РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯГІДНИХ ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР	100
3.1 Токсиколого-гігієнічна оцінка препаратів та їх діючих речовин, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах...	100
3.2 Оцінка ризику для населення за показником ДДД та доцільність моніторингових досліджень за даним критерієм	105
РОЗДІЛ 4 ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОНТИНГЕНТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПЕСТИЦИДІВ НА БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУРАХ	110
4.1 Прогнозування можливості виникнення гострих токсичних ефектів у працівників при роботі з пестицидами на ягідних та баштанних культурах	110
4.2 Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів	115

4.3 Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів для захисту ягідних та баштанних культур	131
4.4 Обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів на ягідних та баштанних культурах в АПС і ОПГ	141
РОЗДІЛ 5 ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ҐРУНТУ ТА ЙМОВІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВИХ, ПОВЕРХНЕВИХ ВОД, КОНТАМІНОВАНИХ ПЕСТИЦИДАМИ, РЕКОМЕНДОВАНИМИ ДЛЯ ЗАХИСТУ БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУР	146
5.1 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту діючих речовин пестицидів в ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України	146
5.2. Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води та оцінка ризику для населення в умовах АПС	157
5.3 Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води та оцінка ризику для населення в умовах ОПГ	163
РОЗДІЛ 6 ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ СПОЖИВАННІ БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУР, ВИРОЩЕНИХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕСТИЦИДІВ, РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЛЯ ЇХ ЗАХИСТУ	172
6.1 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту пестицидів в плодах, зеленій масі ягідних та баштанних культур та соках при їх застосуванні в АПС	172
6.2 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту діючих речовин пестицидів в плодах, зеленій масі ягідних та баштанних культур і соках при їх застосуванні в ОПГ	183

6.3 Обґрунтування медико-санітарних нормативів їх безпечного застосування досліджуваних пестицидів в плодах ягідних та баштанних культур	194
6.4 Гігієнічна оцінка ризику для населення при споживанні сільськогосподарської продукції, вирощеної із застосуванням досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур..	201
РОЗДІЛ 7 АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	215
ВИСНОВКИ	254
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	257
ДОДАТКИ	298

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ADI	– acceptable daily intake, допустима добова доза
EPA	– environmental protection agency, агенція з охорони навколишнього середовища США
GUS	– groundwater ubiquity score, індекс потенційного вимивання
LEACH	– індекс потенційного вимивання
LOAEL	– lowest observed adverse effect level, найменша доза, що спричиняє явний шкідливий ефект
LOEL	– lowest observed effect level, найменша доза, що спричиняє будь-який ефект
MRL	– maximum residue level, максимальний рівень залишків
NOAEL	– мінімальна діюча (порогова) доза (рівень, при якому відсутній шкідливий ефект)
NOAEL	– no observed adverse effect level, рівень, при якому відсутній шкідливий ефект (мінімальна діюча доза)
NOEL	– максимальна недіюча (підпорогова) доза (рівень, при якому відсутній будь-який ефект)
NOEL	– no observed effect level, рівень, при якому відсутній будь-який ефект (максимальна недіюча або підпорогова доза)
SCI-GROW	– скринінг концентрація в ґрунтових водах
T ₅₀	– період напівруйнації
T ₉₅	– період руйнації на 95 %
T ₉₉	– період руйнації на 99 %
AAC	– атомно-абсорбційна хроматографія
АПС	– агропромисловий сектор
ВГ	– водорозчинні гранули
ВЕРХ	– високоефективна рідинна хроматографія
ВР (в.р.)	– водний розчин
ГДК	– гранично допустима концентрація

ГРХ	— газорідинна хроматографія
д.р.	— діюча речовина
ДДД	— допустима добова доза
ДДН	— допустиме добове надходження
ІПНВ	— інтегральний показник небезпечності при потраплянні у воду
ІПНВП	— інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів
КВД _{інг}	— коефіцієнт вибіркості дії при інгаляційному надходженні
КВД _{дерм}	— коефіцієнт вибіркості дії при дермальному надходженні
КЕ	— концентрат емульсії
КМІО	— коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння
КС	— концентрат суспензії
ЛД ₅₀ derm	— середня смертельна доза (дермально)
ЛД ₅₀ per os	— середня смертельна доза (перорально)
ЛК ₅₀ inhal	— середня смертельна концентрація (інгаляційно)
МВ	— методичні вказівки
МДР	— максимально допустимий рівень
МКВ	— межа кількісного визначення
ОБРВ	— орієнтовний безпечний рівень впливу
ОБРВ _{атм.п.}	— ОБРВ в атмосферному повітрі
ОБРВ _{п.р.з.}	— ОБРВ в повітрі робочої зони
ОДК	— орієнтовна допустима концентрація
ОПГ	— особисті приватні господарства
Р	— ризик
СК	— капсульна суспензія
ТН	— концентрат, який тече, для обробки насіння

ВСТУП¹

Актуальність теми.

Забезпечення населення високоякісною плодово-ягідною продукцією є одним із пріоритетних завдань Мінагрополітики України (наказ № 444/74, 21.07.2008) [1]. Загальновідоме значення ягідних та баштанних культур у житті людини, адже вони є цінним дієтичним продуктом харчування, джерелом органічних кислот, цукрів, ароматичних речовин, багаті на вітаміни [2, 3, 4]. Приміром, середньодобову потребу людини у вітаміні С можна забезпечити за споживання 100-125 г суниці, 200-300 г малини, червоної і білої смородини, 100-150 г агрусу або 20-50 г чорної смородини [5].

У світовій стратегії розвитку аграрного виробництва саме ягоди відносять до надприбуткових культур, враховуючи їх скороплідність та високу врожайність [6]. За останні 15 років виробництво ягід в Україні зросло в 1,6 разів, що зумовлено удосконаленням технології їх вирощування, в т.ч. застосуванням хімічних засобів захисту, зростанням попиту на ягоди серед населення та переробних підприємств [7]. Баштанництво є специфічною галуззю, яка зумовлює високі витрати виробництва [8]. За останні 5 років посівні площі під баштанними культурами в Україні зменшилися на 13 % і в 2019 році становили 64,7 тис. га [9].

Пріоритетним напрямком сучасного розвитку плодівництва в Україні є впровадження інтегрованих систем захисту рослин, домінуючою складовою яких є хімічний метод, оскільки він є порівняно простим у застосуванні і достатньо ефективним [10]. Застосування хімічних засобів захисту рослин на ягідниках та баштанних культурах може викликати труднощі, оскільки ягоди споживають переважно у свіжому вигляді та використовують як сировину для продуктів дитячого і дієтичного харчування. Тому існує небезпека кумуляції залишкових кількостей пестицидів у ягодах одразу після збирання врожаю [11].

¹ Автор висловлює щире подяку директору Інституту гігієни та екології, члену-кореспонденту НАМН України професору Омельчуку С.Т., а також співробітникам Інституту гігієни та екології НМУ імені О.О. Богомольця за консультативну і практичну допомогу при виконанні окремих фрагментів роботи.

За оцінками ВООЗ, через ненавмисне отруєння від впливу пестицидів щорічно у світі гинуть, орієнтовно, 355 тис. осіб (USAID/Україна, 2017) [12]. Доведено ймовірний негативний вплив пестицидів на професійні категорії осіб внаслідок їх професійної діяльності та безпосереднього контакту з пестицидами, а також на населення в цілому [13, 14, 15, 16, 17, 18].

Сучасний підхід до оцінки небезпечності пестицидів та їх нормування передбачає оцінку ризику для популяції в цілому та професійних контингентів, які безпосередньо контактують з даною групою хімічних чинників, а також оцінка екологічного ризику [19, 20, 21, 22, 23, 24].

Серед пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в ґрунтово-кліматичних умовах України запропоновано ряд препаратів, зокрема наступні: фунгіциди Кітч, ВГ, Тринол, ВГ, Амістар Голд 250 SC, КС, Світч 62,5 WG, ВГ, Сігнум, ВГ, Топаз, КЕ, Апрон XL 350 ES, ТН, Максим 480 FS, ТН, Юніформ 446 SE, СЕ, Серкадіс Плюс, КС, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ, гербіциди Стомп Аква, СК, Дуал Голд 960 ЕС, КЕ, Герболекс в.р., інсектициди Протект SC, КС, Вертімек 018 ЕС, КЕ в умовах агропромислового сектору (АПС) і особистих приватних господарствах (ОПГ).

В Україні відсутні медико-санітарні нормативи безпечного застосування вищеперерахованих препаратів на ягідних та баштанних культурах, а також відсутні підходи і критерії, які слід враховувати при вирішенні питання необхідності проведення моніторингових досліджень пестицидів в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині. Це робило неможливим застосування цих препаратів для захисту досліджуваних культур у сільськогосподарській практиці та зумовило необхідність проведення їх всебічної токсиколого-гігієнічної оцінки та обґрунтування рекомендацій щодо доцільності моніторингу пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дана робота є фрагментом ініціативно-пошукових тем: «Гігієнічне обґрунтування наукових основ моніторингу різних груп та хімічних класів

пестицидів у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового використання» (№ держреєстрації 0118U100472, 2019-2021); «Порівняльна гігієнічна оцінка та наукове обґрунтування підходів до гігієнічної регламентації інноваційних технологій застосування пестицидів» (№ держреєстрації 0122U000634, 2022-2024); госпдоговірних науково-дослідних робіт №№ держреєстрації: 0120U104013; 0121U111495; 0120U104013; 0121U111499; 0119U100292; 0119U103450; 0118U001296; 0118U001055; 0116U005961; 0117U006030; 0114U006506; 0116U005960; 0117U006021; 0113U000644.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є ризик-орієнтована оцінка і наукове обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в агропромисловому комплексі України для збереження і зміцнення здоров'я професійних і непрофесійних контингентів.

Для досягнення мети необхідно розв'язати наступні **завдання**:

1. Провести аналіз асортименту дозволених до використання в Україні хімічних засобів захисту рослин і оцінити токсичні властивості пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, встановити клас їх небезпечності, виділити найбільш небезпечні діючі речовини, які повинні підлягати моніторингу в об'єктах довкілля, сільськогосподарській сировині і виробничому середовищі.

2. Оцінити професійний ризик при застосуванні досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур, обґрунтувати медико-санітарні нормативи їх безпечного застосування в агропромисловому секторі (АПС) та приватних особистих господарствах (ОПГ) і виділити найбільш небезпечні діючі речовини, які повинні підлягати моніторингу у виробничому середовищі (повітрі).

3. Дослідити поведінку діючих речовин пестицидів в рослинах ягідних та баштанних культур, ґрунті протягом усього періоду вегетації в ґрунтово-кліматичних умовах України.

4. Оцінити ризик для населення з позиції водної та харчової безпеки внаслідок контамінації пестицидами ґрунтових та поверхневих вод, а також сільськогосподарської сировини, вирощеної із застосуванням досліджуваних фунгіцидів, гербіцидів, інсектицидів для захисту ягідних та баштанних культур.

5. Науково обґрунтувати медико-санітарні нормативи безпечного застосування досліджуваних пестицидів та рекомендації щодо їх контролю в сільськогосподарській сировині.

6. Обґрунтувати практичні рекомендації щодо проведення ризик-орієнтованої оцінки і нормування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур і встановити критерії необхідності проведення моніторингу пестицидів, дозволених до використання на досліджуваних культурах та розробити алгоритм оцінки ризику для працюючих і населення.

Об'єкт дослідження – особливості впливу на працівників і населення діючих речовин (д.р.) препаратів Кітч, ВГ (д.р. ципродиніл, 375 г/кг, флудіоксоніл, 250 г/кг), Тринол, ВГ (д.р. фенгексамід, 500 г/кг), Амістар Голд 250 SC, КС (д.р. азоксистробін, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л), Світч 62,5 WG, ВГ (д.р. ципродиніл, 375 г/кг + флудіоксоніл, 250 г/кг), Сігнум, ВГ (д.р. боскалід, піраклостробін), Топаз, КЕ (д.р. пенконазол, 100 г/л), Апрон XL 350 ES, ТН (д.р. металаксил-М, 350 г/л), Максим 480 FS, ТН (д.р. флудіоксоніл, 480 г/л), Юніформ 446 SE, СЕ (д.р. азоксистробін, 322 г/л + металаксил-М, 124 г/л), Серкадіс Плюс, КС (д.р. дифеноконазол, 50 г/л, флуксапіроксад, 75 г/л), Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ (д.р. металаксил-М, 20 г/кг + хлорокис міді, 141 г/кг), Стомп Аква, СК (д.р. пендиметалін, 455 г/л), Дуал Голд 960 ЕС, КЕ (д.р. S-метолахлор), Герболекс в.р. (д.р. гліфосат), Протект SC, КС (д.р. спіродиклофен), Вертімек 018 ЕС, КЕ (д.р. абамектин, 18 г/л); поведінка пестицидів в ґрунті, воді, повітрі, зелених рослинах, ягодах, кавунах і соках при їх застосуванні для хімічного захисту посівів ягідних та баштанних культур в ґрунтово-кліматичних умовах України.

Предмет дослідження – препарати Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп

Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек та їх д.р.; параметри токсикометрії досліджуваних препаратів та їх д.р.; вміст залишкових кількостей досліджуваних пестицидів в повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, ґрунті, воді, зелених рослинах, в плодах ягідних і баштанних культур та соках; умови праці та професійний ризик, ризик забруднення ґрунтових та поверхневих вод, ризик для населення при споживанні сільськогосподарської продукції, вирощеної при застосуванні досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур.

Методи дослідження – методи натурного та лабораторного гігієнічних експериментів, в ході яких використані органолептичні, хіміко-аналітичні (високоєфективна рідинна (ВЕРХ), газорідинна хроматографія (ГРХ), атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС)); фізичні методи; статистичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Новизна отриманих результатів полягає в тому, що встановлені класи небезпечності препаратів Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек та їх д.р. Вперше проведені натурні дослідження поведінки їх д.р. в об'єктах довкілля і вегетуючих рослинах при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах, встановлені особливості їх поведінки в ґрунтово-кліматичних зонах України і оцінено їх стійкість в ґрунті, вегетуючих ягідних та баштанних культурах.

Вивчені умови праці, розраховано потенційний ризик несприятливого впливу досліджуваних гербіцидів, інсектицидів і фунгіцидів для захисту ягідних та баштанних культур на організм працюючих в АПС і ОПГ. Оцінено ризик для населення з позиції харчової та водної безпеки.

Розроблено алгоритм ризик-орієнтованого підходу до регламентації та виділено критерії відбору для проведення гігієнічного моніторингу пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що за результатами проведених досліджень розроблені та впроваджені в практичну діяльність інструкції з безпечного застосування пестицидів Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах. Науково обґрунтовані медико-санітарні нормативи: 20 МДР в ягідних, баштанних культурах і соках, для препаратів – 38 строків виходу працюючих на оброблені території і 19 строків очікування до збору врожаю ягідних та баштанних культур, які затверджені у встановленому порядку наказами МОЗ України (наказ МОЗ України № 55 від 02.02.2016 р. та зміни до наказу МОЗ України № 55 від 02.02.2016 р. (№ 240 від 13.02.2018, №1413 від 19.06.2019, №1276 від 28.05.2020, №961 від 18.05.2021, № 543 від 29.03.2022)), які зареєстровані у Міністерстві юстиції України.

Розроблено 12 методичних вказівок з визначення д.р. у ягідних та баштанних культурах методами ВЕРХ та ГРХ.

Розроблені інструкції, медико-санітарні нормативи з безпечного застосування досліджуваних пестицидів та рекомендації щодо необхідності моніторингу аналізованих д.р., які запропоновані для захисту ягідних та баштанних культур, використовуються фахівцями МОЗ України, Державної служби України з питань праці, Держпродспоживслужби України, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства аграрної політики України.

Особистий внесок здобувача. Здобувачкою особисто проведено патентно-інформаційний пошук, сформульовані мета і завдання дослідження, визначений дизайн дослідження. Авторкою самостійно виконано аналіз асортименту застосування пестицидів за останні 11 років. Виконано аналіз літературних джерел та оцінено токсикологічні властивості досліджуваних пестицидів та їх д.р. Приймала участь у обґрунтуванні медико-санітарних нормативів безпечного застосування досліджуваних пестицидів на ягідних та баштанних культурах.

Здобувачкою взято участь у розробці методичних вказівок з визначення д.р. в ягідних та баштанних культурах, соках методами ВЕРХ, ГРХ, ААС, які здійснені на базі Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Авторка безпосередньо приймала участь у натурних експериментах з дослідження умов праці та динаміки вмісту д.р. у ґрунті, сільськогосподарських рослинах при застосуванні досліджуваних пестицидів в АПС та ОПГ, що дозволило встановити строки очікування та строки виходу працівників на оброблені території та розробити інструкції з безпечного застосування досліджуваних пестицидів.

Математичний та статистичний аналіз отриманих результатів здійснено дисертанткою особисто. Здобувачкою особисто сформульовані висновки до дисертаційного дослідження.

Апробація результатів дисертації.

Результати роботи викладено і обговорено на науково-практичній конференції з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини» (Київ, 2022), міжнародній науковій конференції «New trends and unsolved issues in medicine» (Рига, 2022), XIX Конгресі світової федерації українських лікарських товариств (СФУЛТ) (Київ, 2022), STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни (Одеса, 2022), щорічній міжнародній конференції молодих науковців «Annual Young Medical Scientists' Conference 2022, AYMSConf 2022» (Київ, 2022), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини» (Київ, 2023), International scientific conference «Multidisciplinary challenges in contemporary science: innovations and collaboration» (Poland, 2023).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 13 наукових праць, з них 2 статті у фахових виданнях категорії Б, 1 стаття у виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, 7 тез доповідей, 1 інформаційний лист.

Структура дисертації. Дисертаційна робота має в своєму складі: анотацію, вступ та 7 розділів, висновки, список використаних джерел (308 найменування – 143 кирилицею, 165 – латиницею) та додатки. У роботі наведено 87 таблиць, 20 рисунків та 1 додатку. Зміст дисертаційної роботи: загальна кількість сторінок – 302, основний текст висвітлено на 108 сторінках машинописного тексту.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Аналіз сучасного стану та проблеми застосування пестицидів рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур в різних країнах світу

Сучасний світовий ринок ягід в останні роки розвивається стрімкими темпами. Обсяги торгівлі ягодами у світі за останні 20 років зросли у 9 разів [25]. Разом з тим посилюються вимоги як до якості продукції, так і харчової безпеки ягід. Під дією сучасних трендів у харчуванні, визначених модою, вибором здорового способу життя, перевагами у споживанні органічної, екологічно чистої продукції, а останнім часом і пандемією COVID 19 та турботою за підтримку імунітету значна частина населення в світі, переважно у розвинених країнах, формують зростаючий попит на свіжі фрукти та ягоди [26].

На території України суницю пошкоджують понад 160 видів шкідників і близько 20 збудників хвороб; малину пошкоджують понад 230 видів шкідників та 15 збудників хвороб, чорну смородину – 200 видів та майже 20 видів збудників хвороб [5]. Основний спектр шкідників ягідних та баштанних культур наведено в таблиці 1.1.

Україна має унікальні умови та можливості стати потужною плодово-ягідною державою. Ягідництво – не лише наукоємна, а й високоінтелектуальна галузь, розвиток якої дає можливість посилити економічний стан країни [6]. Відповідно до Галузевої програми «Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року» [1] до 2025 р. планувалось збільшити площі плодоносних насаджень кущових ягідних культур з 11 тис. га до 16,3 тис. га (48%), підвищити урожайність – з 56,8 ц/га до 66,8 ц/га (17 %), підняти валовий збір – з 62,5 тис. т до 108,9 тис. т (74 %).

Найбільша частка за площами ягідних насаджень припадає на суницю садову – 8,2 тис. га, на другому місці – смородина чорна і червона (порічка) –

5 тис. га. Третє місце за площею насаджень посідає малина – 4,9 тис. га. Четверта позиція належить лохині з 2,2 тис. га, слідом йде агрусу – 500 га [27].

Таблиця 1.1

Основні шкідники та хвороби ягідних та баштанних культур [5, 28]

Культура	Основні шкідники	Основні хвороби
Суниця	Капустянка, Личинки хрущів, коваликів та кореневих довгоносиків, Гусениці підгризаючих совок	Сіра гниль суниці, Вертильозне в'янення, Біла та бура плямистості, Борошниста роса
Малина	Малиновий жук, Малинова листкова та пагонова попелиця, Пильщик малиновий, Муха малинова стеблова, Галиця малинова пагонова, Листокрутка сітчаста	Дидимельоз або пурпурова плямистість, Антракноз, Септоріоз, Сіра гниль, Мозаїка, Кучерявість, Зростання або карликовість малини
Чорна смородина	Смородиновий бруньковий кліщ, Смородинова златка та склівка, Смородинова пагонова попелиця, Велика смородинова попелиця	Борошниста роса, Атракноз, Бокальчаста іржа смородини
Кавун	Баштанна попелиця, Паросткова муха, Павутинний кліщ	Вертицильоз баштанних, Диплодіоз кавунів, Склероціоз кавунів
Дині	Динна муха, Паросткова муха, Баштанна (бавовникова) попелиця, Павутинний кліщ, Баштанна корівка	Вертицильоз баштанних, Диплодіоз дині, Кладоспоріоз (пліснява оливкова), Борошниста роса

За останні роки виробництво ягід у світі зростає, що обумовлено низкою сучасних трендів, пов'язаних з турботою про здоров'я. Україна належить до основних світових виробників малини та смородини [29]. На даний час розвитку ягідництва в Україні приділяється достатня увага, тому що ягоди мають не тільки важливе значення як незмінні продукти харчування, а відзначаються високими лікувальними властивостями[30]. Користь для здоров'я дітей від вживання ягід переважає над ризиком негативного впливу пестицидів на здоров'я [31]. З економічної точки зору доведено, що доцільно більше уваги приділяти просуванню вітчизняних сортів та гібридів ягідних та баштанних культур [32].

Для забезпечення ефективності виробництва баштанних в умовах конкуренції пропонується низка інновацій: біологічні (сорти, гібриди, лінії), технічні (нові засоби механізації та технології.), хімічні (нові добрива, стимулятори росту, засоби боротьби із хворобами, шкідниками, бур'янами: інсектициди, фунгіциди, пестициди, гербіциди) та організаційно-економічні (нові виробничі, управлінські та інформаційні підходи та рішення) [33].

Розподіл площ під різними ягідними культурами у сільгосппідприємствах, за результатами дослідження Інституту садівництва наведено на рис. 1.1 [27].

Близько третини сільськогосподарської продукції виробляється залежно від застосування пестицидів. Без використання пестицидів було б втрачено 78% виробництва фруктів, 54% - овочів і 32% - зернових.

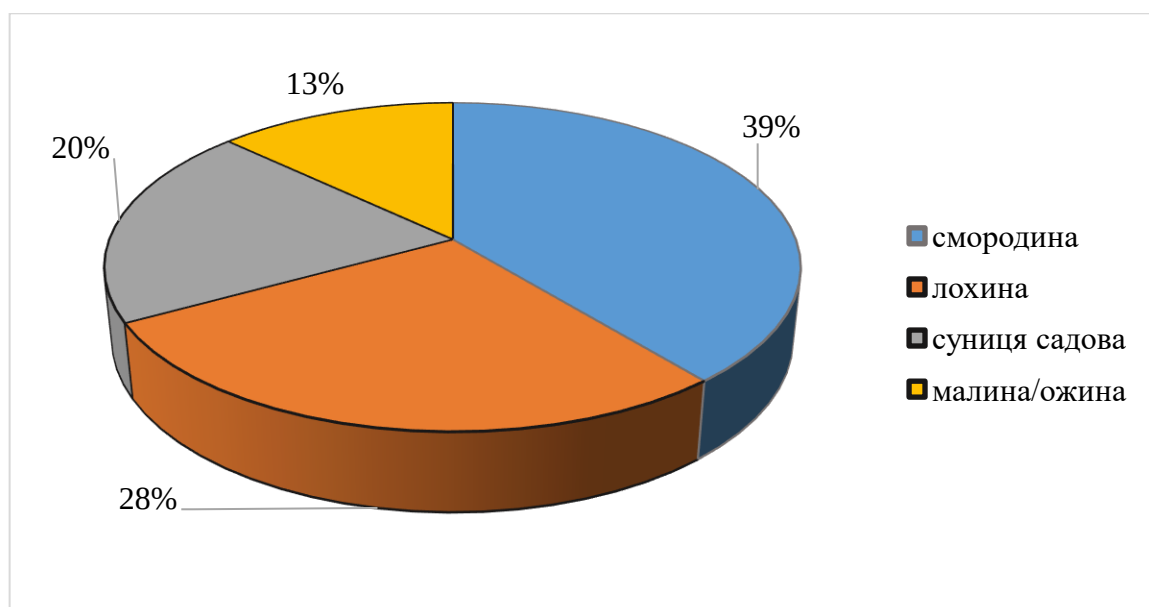


Рис. 1.1 Співвідношення площ під ягідними культурами в Україні станом на 2019 р.

Тому пестициди відіграють вирішальну роль у зниженні захворювань і збільшенні врожайності сільськогосподарських культур, в т.ч. ягідних та баштанних в усьому світі [34].

Згідно з даним державної служби статистики України за останні 20 років посівні площі під баштанні культури зменшились приблизно на 35 %, ягідних культур – практично не змінились (табл. 1.2) [35].

Не дивлячись на зниження посівних площ баштанних культур, їх урожайність зростає майже вдвічі, ягідних культур – практично на 30 %. Такий стан зумовлений, в першу чергу, інтенсифікацією вирощування ягідних та баштанних культур, а саме, застосування хімічних засобів захисту рослин.

Таблиця 1.2

Динаміка стану посівних площ і урожайності баштанних та ягідних культур на території України у період з 2000 по 2020 рр.

Культури	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Посівні площі баштанних культур (тисяч гектарів)								
Інші культури овочеві та баштанні	110	62	97	92	82	73	73	72
Урожайність, центнерів з 1 га зібраної площі								
кавуни	44,8	63,9	100,9	83,4	68,6	84,6	93,1	85,9
дині	42,0	56,4	62,8	63,9	45,4	57,9	34,8	55,9
Урожайність, центнерів з 1 га площі насаджень у плодоносному віці								
Ягідні культури	41,2	55,4	59,1	65,6	63,2	68,4	68,6	64,6
З них								
Суниця та полуниця	42,6	57,2	70,3	78,2	68,6	77,1	77,0	67,9
Малина та ожина	38,9	56,7	50,7	61,0	65,7	65,9	65,7	65,1
смородина	45,2	58,7	58,1	56,6	57,7	64,6	64,6	67,3
Площа насаджень у плодоносному віці, тисяч гектарів								
Ягідні культури	20,2	19,8	19,9	19,8	19,9	20,2	19,8	19,9
з них								
суниця та полуниця	7,5	8,1	8,1	8,2	7,8	7,9	7,9	8,1
малина й ожина	5,1	5,0	5,1	5,0	5,0	4,9	5,2	5,3
смородина	4,4	4,2	4,4	4,5	4,8	4,7	4,2	3,9

Проведений нами аналіз динаміки асортименту пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур також показав збільшення загальної кількості пестицидів, зареєстрованих на території України, в тому числі тих, що дозволено до застосування на аналізованих культурах (табл. 1.3-1.7). Для цього використали дані Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, де наявний державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [36, 37, 38, 39, 40]. В даній зведеній таблиці наведені дані зареєстровані пестициди на різних культурах за період з 2012 – 2023 р.р.

Таблиця 1.3

Динаміка загальної кількості пестицидів, дозволених до використання в Україні
[37, 38, 39, 40]

Рік	Абсолютна кількість	Абсолютний приріст	Темп росту, %		Темп приросту, %
			ланцюговий	базисний	
2012	1421	-	-	100,0	-
2016	1653	232	116,3	116,3	16,3
2020	2209	556	133,6	155,5	33,6
2023	2495	286	112,9	175,6	12,9

Згідно з отриманими даними виявлено, що загальна кількість пестицидів, дозволених до використання в Україні збільшилась на 75,6% за 11 років. В середньому кількість пестицидів збільшується на 21 % кожні 3-4 роки.

Таблиця 1.4

Динаміка загальної кількості пестицидів, дозволених до використання в Україні
в АПС [37, 38, 39, 40]

Рік	Абсолютна кількість	Абсолютний приріст	Темп росту, %		Темп приросту, %
			ланцюговий	базисний	
2012	1185	-	-	100,0	-
2016	1360	175	114,8	114,8	14,8
2020	1968	608	144,7	166,1	44,7
2023	2231	263	113,4	188,3	13,4

Таблиця 1.5

Динаміка асортименту пестицидів, дозволених до використання в Україні на ягідних та баштанних культурах в АПС [37, 38, 39, 40]

Рік Групи пестицидів	2012	2016					2020					2023				
	Абс. кіль- кість	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %
				ланцю- говий	базис- ний				ланцю- говий	базис- ний				ланцю- говий	базис- ний	
Всього	1185	1360	175	114,8	114,8	14,8	1968	608	144,7	166,1	44,7	2231	263	113,4	188,3	13,4
Гербіциди	688	791	103	115,0	115,0	15,0	1042	251	131,7	151,5	31,7	1120	78	107,5	162,8	7,5
Інсектициди і акарициди	198	224	26	113,1	113,1	13,1	286	62	127,7	144,4	27,7	359	73	125,5	181,3	25,5
Фунгіциди	282	347	65	123,0	123,0	23,0	469	122	135,2	166,3	35,2	559	90	119,2	198,2	19,2
Препарати для протруювання насіння	137	164	27	119,7	119,7	19,7	231	67	140,9	168,6	40,9	243	12	105,2	177,4	5,2
Регулятори росту рослин	116	127	11	109,5	109,5	9,5	181	54	142,5	156,0	42,5	214	33	118,2	184,5	18,2
на ягодах																
Всього	21	26	5	123,8	123,8	23,8	41	15	157,7	195,2	57,7	50	9	122,0	238,1	22,0
Гербіциди	0	0	0	0,0	0,0	0,0	1	1	0,0	100,0	100,0	2	1	200,0	0,0	100,0
Інсектициди і акарициди	8	9	1	112,5	112,5	12,5	7	-2	77,8	87,5	-22,2	11	4	157,1	137,5	57,1
Фунгіциди	7	5	-2	71,4	71,4	-28,6	9	4	180,0	128,6	80,0	10	1	111,1	142,9	11,1
Регулятори росту рослин	6	12	6	200,0	200,0	100,0	24	12	200,0	400,0	100,0	27	3	112,5	450,0	12,5
на баштанних культурах																
Всього	43	30	-13	69,8	69,8	-30,2	49	19	163,3	114,0	63,3	56	7	114,3	130,2	14,3
Гербіциди	30	25	-5	83,3	83,3	-16,7	36	11	144,0	120,0	44,0	47	11	130,6	156,7	30,6
Інсектициди і акарициди	4	1	-3	25,0	25,0	-75,0	3	2	300,0	75,0	200,0	2	-1	66,7	50,0	-33,3
Фунгіциди	3	1	-2	33,3	33,3	-66,7	3	2	300,0	100,0	200,0	2	-1	66,7	66,7	-33,3
Препарати для протруювання насіння	0	1	1	0,0	100,0	100,0	2	1	200,0	0,0	100,0	2	0	100,0	0,0	0,0
Регулятори росту рослин	6	2	-4	33,3	33,3	-66,7	5	3	250,0	83,3	150,0	3	-2	60,0	50,0	-40,0

Динаміка загальної кількості пестицидів, дозволених до використання в Україні
в АПС [37, 38, 39, 40]

Рік	Абсолютна кількість	Абсолютний приріст	Темп росту, %		Темп приросту, %
			ланцюговий	базисний	
2012	236	-	-	100,0	-
2016	293	57	124,2	124,2	24,2
2020	241	-52	82,3	102,1	-17,7
2023	264	23	109,5	111,9	9,5

Динаміка реєстрації пестицидів дозволених до використання в мовах АПС і ОПГ відрізняється. За останні 11 років в промисловому секторі кожні 3-4 роки кількість пестицидів зростає в середньому на 24 %, приватному секторі – 5 %.

Аналіз асортименту пестицидів в цілому і пестицидів, дозволених до застосування на ягідних та баштанних культурах показав аналогічні результати зростання різних груп пестицидів, що дозволені до використання в АПС і ОПГ в досліджуваних культурах.

Не зважаючи на всі переваги економічного характеру, що зумовлені застосування пестицидів в сільському господарстві, основною проблемою залишається їх негативний вплив на здоров'я людини та екологічний стан навколишнього середовища. Найбільш вразливою групою щодо впливу пестицидів є фермери. Вплив пестицидів на цю категорію осіб відбувається на під час безпосереднього контакту з пестицидами під час обприскування та приготування робочого розчину пестициду. А екстрені ситуації (випадкові розливи, бризки та помилкове споживання) можуть призвести до гострих отруєнь [41].

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для захисту рослин все ще перебуває на ранніх стадіях розвитку в Україні, проте такий спосіб внесення пестицидів має багато переваг, у порівнянні з традиційним методом, включаючи більшу точність, ефективність, доступність, економічність і безпеку, а також можливість моніторингу у реальному часі [42].

Таблиця 1.7

Динаміка асортименту пестицидів, дозволених до використання в Україні на ягідних та баштанних культурах в ОПГ

[37, 38, 39, 40]

Рік Групи пестицидів	2012	2016					2020					2023				
	Абс. кіль- кість	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %	Абс. кіль- кість	Абс. при- ріст	Темп росту, %		Темп при- росту, %
				ланцю- говий	базис- ний				ланцю- говий	базис- ний				ланцю- говий	базис- ний	
Всього	236	293	57	124,2	124,2	24,2	241	-52	82,3	102,1	-17,7	264	23	109,5	111,9	9,5
Гербіциди	57	71	14	124,6	124,6	24,6	81	10	114,1	142,1	14,1	79	-2	97,5	138,6	-2,5
Інсектициди і акарициди	73	100	27	137,0	137,0	37,0	101	1	101,0	138,4	1,0	102	1	101,0	139,7	1,0
Фунгіциди	50	56	6	112,0	112,0	12,0	59	3	105,4	118,0	5,4	69	10	116,9	138,0	16,9
Регулятори росту рослин	56	66	10	117,9	117,9	17,9	0	-66	0,0	0,0	-100,0	14	14	25,0	25,0	0,0
на ягідних культурах																
Всього	10	18	8	180,0	180,0	80,0	9	-9	50,0	90,0	-50,0	11	2	110,0	110,0	22,2
Гербіциди	1	0	-1	0,0	0,0	0,0	1	1	0,0	100,0	100,0	1	0	100,0	0,0	0,0
Інсектициди і акарициди	1	7	6	700,0	700,0	600,0	4	-3	57,1	400,0	-42,9	4	0	100,0	400,0	0,0
Фунгіциди	4	3	-1	75,0	75,0	-25,0	4	1	133,3	100,0	33,3	2	-2	50,0	50,0	-50,0
Регулятори росту рослин	4	8	4	200,0	200,0	100,0	0	-8	0,0	0,0	-100,0	4	4	0,0	0,0	0,0
на баштанних культурах																
Всього	7	4	-3	57,1	57,1	-42,9	4	0	100,0	57,1	0,0	4	0	57,1	57,1	0,0
Гербіциди	3	3	0	100,0	100,0	0,0	4	1	133,3	133,3	33,3	4	0	100,0	133,3	0,0
Інсектициди і акарициди	0	1	1	100,0	0,0	0,0	0	-1	0,0	0,0	-100,0	0	0	0,0	0,0	0,0
Фунгіциди	1	0	-1	0,0	0,0	-100,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0
Регулятори росту рослин	3	0	-3	0,0	0,0	-100,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0

Зменшення кількості нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом і низька частота отруєнь пестицидами в Швеції порівняно з багатьма іншими країнами, особливо країнами, що розвиваються, є результатом кількох факторів, таких як обов'язкове навчання працівників, які професійно використовують пестициди, суворі обмеження щодо доступності пестицидів для використання в домашньому господарстві та вилучення з ринку найбільш токсичних пестицидів [43]. У світовій літературі наведено багато досліджень, присвячених ризику для здоров'я людей, а саме: (ризик гліоми) [44], (ризик міоми матки) [45], (ризик ендометріозу) [46] при вживанні фруктів та овочів із залишками пестицидів.

Оцінка ризиків для населення та навколишнього середовища при застосуванні пестицидів має певні відмінності в різних країнах світу. Наприклад в Німеччині процедура оцінки ризику пестицидів наразі вдосконалюється від детерміністичного підходу до ймовірнісної оцінки ризику на основі геоданих (GeoPRA) [47].

Система індексу дієтичного ризику (DRI) полегшує детальний аналіз даних про залишки пестицидів у США та Великобританії, тенденції та розподіл хронічних ризиків. Значення DRI для пестициду – це споживання цього пестициду з їжею із однієї порції їжі, поділене на прийнятну добову норму споживання пестициду, встановлену Агентством з охорони навколишнього середовища США. Його можна розрахувати на основі середньорічних концентрацій залишків і рівнів залишків в окремих зразках харчових продуктів [48]. Інформація про кінетику розсіювання пестицидів у продовольчих культурах та інших рослинах є ключовим аспектом поточної практики оцінки ризиків і впливу. Це пов'язано з тим, що вплив пестицидів на людину, в основному, спричинено їх залишками в сільськогосподарських культурах, які вирощуються для споживання людиною та тваринами [49].

Дуже важливо проводити моніторинг залишків пестицидів у ягідних та баштанних культурах. У Польщі було проведено дослідження, де оцінено 140 пестицидів у малині, та було встановлено, що серед 128 зразків у 66 було

виявлено залишки: 14,1% містили один пестицид і приблизно 38% – кілька залишків пестицидів [50]. Моніторинг залишків пестицидів дозволяє оцінити вплив на споживачів цих сполук, присутніх у харчових продуктах. Харчові продукти, присутні на ринку, не повинні містити залишків пестицидів на рівні, що перевищує юридично обов'язкові MRL. Кожен випадок порушення МДР потребує проведення індивідуальної оцінки ризику. У такому випадку обчислюється так зване прогнозоване короточасне споживання за результатами відбору (PSTI) і порівнюється з ARfD або ADI. Така оцінка застосовується до високого процентилу споживання (97,5) серед загального населення (дорослі) та серед найбільш вразливої групи споживачів (діти віком від 1,5 до 6 років) [51].

Проблема оцінки ризику при використанні пестицидів є актуальною, оскільки дозволяє зменшити час і витрати для проведення довготривалих лабораторних і натурних досліджень. Моделі оцінки ризику для професійних і непрофесійних контингентів базуються на багаторічному досвіді застосування пестицидів і наявній базі результатів досліджень токсикологічних параметрів, параметрів метаболізму та стійкості більшості пестицидів. ЕРА рекомендує використовувати стандартні токсикологічні тести для проведення оцінки ризику для здоров'я людини (гострі, субхронічні та хронічні), а також виконання набору тестів для оцінки потенціалу пестицидів для пошкодження ДНК, що інформує про оцінку потенційної канцерогенності [52].

Після польового застосування пестициди можуть потрапляти в сільськогосподарські культури шляхом поглинання рослинами, що може призвести до негативного впливу на здоров'я людей [53]. Враховуючи те, що в сільському господарстві використовується великий перелік хімічних засобів для захисту рослин від комах, шкідників і грибкових хвороб, а також для стимуляції росту, контроль складу цих хімічних засобів є надзвичайно актуальним завданням. В останні роки був розроблений метод QuEChERS (швидкий, легкий, дешевий, надійний і безпечний) [54].

Кумулятивну оцінку ризику (CRA) було визначено як аналіз, характеристику та можливу кількісну оцінку комбінованих ризиків для здоров'я

чи навколишнього середовища від багатьох агентів або стресорів [21]. Голландським національним інститутом громадського здоров'я та навколишнього середовища проведено CRA оцінку впливу залишків пестицидів з харчовими продуктами. А саме досліджено сукупну токсичність для нервової системи та ймовірність інгібування ацетилхоліну головного мозку та/або еритроцитів (47 діючих речовин) і для функціональних змін моторного відділу (100 діючих речовин) [55].

Одними з факторів навколишнього середовища, які впливають на ймовірність виникнення розладів спектру аутизму крім перинатальних факторів, збудників інфекцій, та ін. є вплив специфічних чинників із нейротоксичним ефектом, таких як важкі метали, стійкі органічні забруднювачі, а також вплив пестициди [56]. Фахівцями EFSA доведено статистично значущий зв'язок спостерігався між впливом пестицидів і наступними наслідками для здоров'я: рак печінки, рак молочної залози, рак шлунку, бічний аміотрофічний склероз, астма, діабет II типу, дитяча лейкемія і хвороба Паркінсона [57].

Для захисту здоров'я дітей прийнято використовувати 10-кратного запасу безпеки для оцінки ризику пестицидів, які можуть завдати шкоди нервовій системі, гормональні порушення і онкологічну патологію. Такий підхід розроблено на підставі даних досліджень впливу забруднень навколишнього середовища на здоров'я людини та нових даних про вплив, отриманих за допомогою досліджень біомоніторингу [58]. Також запропоновано особливі підходи для оцінки комбінованого впливу залишків пестицидів через харчові продукти, призначені для немовлят і маленьких дітей, а також через інші харчові продукти, на які не поширюється Регламент (ЄС) № 609/2013 [59].

В США та Великобританії використовують систему Dietary Risk Index (DRI) для аналізу рівнів хронічного впливу та розподіл харчових ризиків впливу пестицидів при споживанні харчових продуктів [60]. Також для оцінки ризику для населення, при споживанні фруктів та овочів, використовують відсоток гострої референтної дози (% ARfD), пов'язаного з гострим прийомом їжі, а також добовий відсоток споживання (% ADI) – для розрахунку ризику, пов'язаного з

хронічним споживанням з їжею кожного пестициду [61]. В ЄС широко запроваджують програми моніторингу пестицидів в харчових продуктах, які ґрунтуються на оцінці ризику для населення [23].

Необхідність проведення оцінки ризику з позиції харчової безпеки є актуальним, оскільки доведено хронічний токсичний вплив на людину малих доз пестицидів через контаміновану їжу. До хронічних ефектів, пов'язаних із хронічним впливом пестицидів на людей при споживанні харчових продуктів, належать вроджені вади розвитку новонароджених, рак, генетичні зміни, захворювання крові, нервові розлади, ендокринні порушення та репродуктивні дисфункції [62].

Хронічний і гострий негативний вплив на здоров'я людини може спричиняти споживання контамінованої пестицидами води. У Польщі досліджено забруднення пестицидами річки Варта та води із свердловині Мосіна-Крайково та виявлено 25 пестицидів із 164 аналізованих. У найвіддаленіших точках були виявлені лише найстійкіші речовини. Знайдено сім токсичних і стійких пестицидів (ізопротурон, нікосульфурон, імідаклоприд, тербутилазин, хлоротолурон, S-металахлор і прометрин). Було проведено оцінку потенційного ризику для здоров'я, яка базувалась на даних щодо фактичного забруднення водою пестицидами, величинах ADI (US EPA), частоті впливу (365 днів/рік), тривалість впливу (6 років для дитини, 70 років для дорослого), масі тіла (20 кг для дитини та 70 кг для дорослої людини), середня тривалість життя (2190 днів для дитини і 25 550 днів для дорослої людини) [24].

На сьогоднішній день в багатьох країнах ЄС не можливо прийняти управлінське рішення щодо можливості використання пестицидів без надійної наукової інформації про екологічні ризики пов'язані з пестицидами [63].

Для оцінки екотоксикологічного ризику розроблено екологічний відносний ризик (EcoRR), який базується на стандартних підходах для оцінки ризику, але враховує такі фактори, як стійкість залишків і біорізноманіття екосистем. Враховує концентрацію речовини в навколишньому середовищі, її стійкість, біонакопичення і ймовірність впливу на об'єкти навколишнього

середовища (вода, ґрунт, рослини, повітря), а також враховує біорізноманіття постраждалих екосистем [22].

1.2 Токсикологічна характеристика препаратів та їх діючих речовин, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах

Аналіз наявних джерел літератури щодо токсичності пестицидів та їх д.р., рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах, показав, що більшість пестицидів та їх д.р. є малотоксичними ($LD_{50} > 2000$ мг/кг) при пероральному їх надходженні, за винятком д.р. з фунгіцидною активністю металаксилу-М, препаратів Амістар Голд, Апрон, Юніформ, інсектициду Вертимек, які належать помірно небезпечних (LD_{50} 201-2000 мг/кг), д.р. абабектин належить до надзвичайно небезпечних сполук ($LD_{50} < 50$ мг/кг). Також більшість досліджуваних пестицидів є малонебезпечними ($LD_{50} > 4000$ мг/кг) при дермальному впливі, крім фунгіцидів Кітч, Амістар Голд, Топаз та д.р. металаксил-М, пенконазол та інсектициду Протект, що належать до помірно небезпечних пестицидів. При інгаляційному впливі препарати Апрон, Стомп Аква, Вертимек і д.р. спіродиклофен є помірно небезпечними, абабектин – надзвичайно небезпечним, решта аналізованих пестицидів – небезпечними (табл. 1.8).

Аналіз подразнюючих властивостей свідчить про слабкий подразнюючий ефект на шкірі при впливі препаратів Тринол, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд і д.р. боскалід, піраклостробін, флуксапіроксад, азоксистробін, помірний – при дії впливу дифеноконазолу, інші пестициди не мають подразнюючих властивостей на шкіру. Слабо подразнюють слизові оболонки очей препарати Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Амістар Голд, Топаз, Апрон, Герболекс, Вертимек та д.р. піраклостробін, флуксапіроксад, азоксистробін, S-метолахлор, абабектин, виражено – металаксил-М, помірно – Юніформ і д.р. гліфосат. Інші препарати да д.р. не подразнюють слизові оболонки (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Параметри гострої токсичності пестицидів, їх сенсibiliзуюча і подразнююча дія

Препарат	Діюча речовина	LD ₅₀ per os (мг/кг)	LD ₅₀ derm (мг/кг)	LK ₅₀ inhal (мг/м3)	Подразнююча дія на шкіру	Подразнююча дія на слизові оболонки очей	Сенсибилізуюча дія	Джерело літератури
Фунгіциди								
Кітч, ВГ		> 4000	>2000	> 5000	не подразнює	слабо	не проявляє	[64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74]
флудіоксоніл ципродиніл		> 5000	>2000	> 2600	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
		> 2796 >2000 >4000	>2000	> 1200	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
Тринол, ВГ		>4000	>2000	>5000	слабо	слабо	не проявляє	[75, 76, 77, 78, 79]
фенгексамід		> 5000	>5000	> 5057	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
Світч 62,5 WG, ВГ		>2000	>2000	> 2510	не подразнює	слабо	не проявляє	[64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 71, 72, 73, 74]
ципродиніл флудіоксоніл		> 2796 >2000 >4000	>2000	> 1200	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
		> 5000	>2000	> 2600	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
Сігнум, ВГ		>200-<500	>2000	> 5600	не подразнює	слабо	не проявляє	[80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87]
боскалід піраклостробін		> 5000	2000	> 6700	слабо	не подразнює	слабо	
		>5000-щури 450 - миші	>2000	850 310-1070 4070-7300	слабо	слабо	не проявляє	
Серкадіс Плюс, КС		>2000	> 5000	> 3540	слабо	слабо	не проявляє	[88, 89, 90, 91, 92, 93, 94]
дифеноконазол		1953	2010	> 3300 > 2000	помірно	не подразнює	не проявляє	

Продовження табл. 1.8

Препарат	Діюча речовина	ЛД ₅₀ per os (мг/кг)	ЛД ₅₀ derm (мг/кг)	ЛК ₅₀ inhal (мг/м ³)	Подразнююча дія на шкіру	Подразнююча дія на слизові оболонки очей	Сенсибілізуюча дія	Джерело літератури
флуксапіроксад		> 2000	>2000	> 5310 > 5100	слабо	слабо	не проявляє	
Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ		>2000	>2000	-	слабо	слабо	не проявляє	[95, 96, 97, 98, 99, 100, 101]
металаксил-М		380 667	>2000	> 2300	не подразнює	виражено	не проявляє	
хлорокис міді		299 – миші >1796 (♂) >2006 (♀) - щури	2000 >4000	2830 >3000	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
АмістарГолд 250 SC, КС		1049	>2000	> 1010	не подразнює	слабо	не проявляє	[88, 89, 90, 102, 103, 104]
азоксистробін		>5000	>2000	698(♂) 962(♀) > 4700	слабо	слабо	не проявляє	
дифеноконазол		1953	2010	> 3300 > 2000	помірно	не подразнює	не проявляє	
Топаз, КЕ		> 4000	> 3000	> 4183	не подразнює	слабо	не проявляє	[105, 106, 107, 108]
пенконазол		> 2000	> 3000	> 4050	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
Апрон XL 350 ES, ТН		> 1500	>2000	-	не подразнює	слабо	не проявляє	[95, 96]
металаксил-М		380 667	>2000	> 2300	не подразнює	виражено	не проявляє	
Максим 480 FS, ТН		> 5000	>2020	-	не подразнює	не подразнює	не проявляє	[64, 65, 66, 67, 68, 69]
флудіоксоніл		> 5000	>2000	> 2600	не подразнює	не подразнює	не проявляє	
Юніформ 446 SE, СЕ		1459	>5000	>2800	слабо	помірно	не проявляє	[88, 89, 90, 95, 96]

Продовження табл. 1.8

Препарат	Діюча речовина	ЛД ₅₀ per os (мг/кг)	ЛД ₅₀ derm (мг/кг)	ЛК ₅₀ inhal (мг/м³)	Подразнююча дія на шкіру	Подразнююча дія на слизові оболонки очей	Сенсибілізуюча дія	Джерело літератури
азоксистробін		>5000	>2000	698(♂) 962(♀) > 4700	слабо	слабо	не проявляє	[88, 89, 90, 95, 96]
металаксил-М		380 667	>2000	> 2300	не подразнює	виражено	не проявляє	
Гербициди								
Стомп Аква, СК		>5000	>5000	>5230	не подразнює	не подразнює	алерген	[109, 110, 111]
пендиметалін		4665 - щури 1050-1250 - миші	5000 >2000	> 6730 3200 2260	не подразнює	помірно	не проявляє	
Герболекс в.р.		>2000	>2000	-	не подразнює	слабо	не проявляє	[112, 113, 114, 115]
гліфосат		> 2000 4320 > 5000 2047 3500	2000 > 5000 545 740 134 281	> 5000 4430 1300 467 238	не подразнює	помірно	не проявляє	
Дуал Голд 960 ЕС, КЕ		3937 (♂) 2149 (♀)	> 2000	4060	не подразнює	не подразнює	не проявляє	[116, 117, 118]
S-метолахлор		> 2000 2672(♂) 2515(♀)	> 2000	> 2910	не подразнює	слабо	не проявляє	

Продовження табл. 1.8

Препарат	Діюча речовина	ЛД ₅₀ per os (мг/кг)	ЛД ₅₀ derm (мг/кг)	ЛК ₅₀ inhal (мг/м ³)	Подразнююча дія на шкіру	Подразнююча дія на слизові оболонки очей	Сенсибілізуюча дія	Джерело літератури
Інсектициди								
Протект SC, КС		2500	2000	> 4000	не подразнює	не подразнює	не проявляє	[119, 120, 121]
спіродиклофен		> 2500 > 2000	> 2000	> 5030	не подразнює	не подразнює	алерген	
Вертімек 018 ЕС, КЕ		891	> 5050	> 5040	не подразнює	слабо	не проявляє	[122, 123, 124, 125, 126]
абамектин		8,7 – щури 14->80 – миші	1914 >330 >2120	> 21 >34-<51	не подразнює	слабо	не проявляє	

Примітки: 1. ♂ – самці; 2. ♀ – самки.

Сенсибілізуючих властивостей переважна більшість діючих речовин та препаратів не проявляє, на відміну від препарату Стомп Аква і діючої речовини спіродиклофену, які є алергенами (табл. 1.8).

Аналіз величин NO(A)EL аналізованих сполук в субхронічному досліді показав, що найбільш чутливим видом тварин були собаки при дослідженні флудіоксонілу, фенгексаміду, боскаліду, металаксилу, спіродиклофену, у випадку дослідження впливу ципродинілу, піраклостробіну, дифеноконазолу, флуксапіроксаду, міді, азоксистробіну, пенконазолу, пендиметаліну, гліфосату, S-метолахлору, абамектину – щури (табл. 1.9).

Результати аналізу токсичності діючих речовин в хронічному експерименті показали, що найбільш чутливим видом тварин були собаки у випадку впливу фенгексаміду, боскаліду, металаксилу-М, пенконазолу, S-метолахлору, спіродиклофену, абамектину, при дії решти сполук найбільш чутливими були щури (табл. 1.10). У більшості діючих речовин не виявлено канцерогенного потенціалу, крім дифеноконазолу і флуксапіроксаду (табл. 1.11).

Дифеноконазол спричиняв розвиток пухлин, що обмежувались одним видом тварин (миші) та одним органом (печінка), що дозволяє визнати дифеноконазол органоспецифічним канцерогеном на одному виді тварин (або гепатоканцерогеном).

Ця думка співпадає з думкою експертів ЕРА. За оцінкою експертів ЕРА (2007) для дифеноконазолу отримано достатні докази канцерогенного потенціалу («Suggestive Evidence Of Carcinogenic Potential» за канцерогенною класифікацією в редакції 2005 р., що відповідає класу С (можливий канцероген для людини) за класифікацією ЕРА1).

Канцерогенна дія флуксапіроксаду виявлялася збільшенням частоти гепатоцелюлярних пухлин у мишей (у самок тільки аденоми) і щурів у дозах, на рівні і вище максимально переносимої за критерієм зниження маси тіла та приросту маси тіла.

Таблиця 1.9

Параметри субхронічної токсичності пестицидів

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
флудіоксоніл	Щури 28 діб перорально (0,10,100,1000)	100	1000	[65, 66, 67, 68, 69]
	Щури 28 діб дермально (0,40,200,1000)	1000(♂) 200(♀)	-(♂) 1000(♀)	
	Щури 90 діб перорально (0,10,100,1000,7000,20000 ppm)	64(♂) 70(♀) 10 ppm	428(♂) 462(♀)	
	Собаки 13 тижнів перорально (0,200,2000, 15000)	60(♂) 58,5(♀)	299(♂) 351(♀)	
	Собаки 12 місяців перорально (0,100,1000, 8000)	33(♂) 35,5(♀)	298(♂) 331(♀)	
	Миші, 90 днів, перорально (0,10,100,1000,3000,7000ppm)	3000 ppm	-	
ципродиніл	Щури 28 діб перорально (0,10,100,1000)	10, 100	100, 1000	[70, 71, 72, 73, 74]
	Щури 13 тижнів перорально (0, 15, 50, 200 ppm)	3,47(♂) 4,68(♀)	-	
	Щури 28 діб дермально (0, 5, 25, 125,1000)	5(♂) 125(♀)	25(♂) 1000(♀)	
	Собаки, 3 місяці, перорально (0, 200, 1 500, 7000, 20000)	210 (♂) 232(♀)	560(♂) 581(♀)	
	Миші, 90 днів, перорально (0, 500, 2000, 6000)	73,3 (♂) 103(♀)	-	
фенгексамід	Щури 28 діб перорально (0,10,100,1000)	1000(♂) 1000(♀)	не встановлено	[76, 77]
	Щури 13 тижнів перорально (0, 202, 415, 904, 1904)	415 (♂) 1132(♀)	904(♂) 2824(♀)	
	Собаки 13 тижнів перорально (0, 1,25, 10, 75, 500)	34(♂) 37(♀)	239(♂) 261(♀)	
	Миші 14 тижнів, перорально (0, 100, 1000, 10000)	267(♂) 454(♀)	3284(♂) 5151(♀)	
	Щури 21 доба, дермально (0,40,200,1000)	1000(♂) 1000(♀)	не встановлено	
боскалід	Щури 90 діб перорально (0,100,500,2000,5000,15000 ppm)	34(♂) 159(♀) 34(♂) 40(♀)	137(♂) 395(♀)	[81, 82]
	Миші 90 діб перорально (0, 150, 1000, 4000, 8000 ppm)	197(♂) 2209(♀) 29(♂) 42(♀)	788(♂) 2209(♀)	
	Собаки 90 діб перорально (0, 250, 2500, 25000 ppm)	7,6(♂) 8,1(♀)	78,1(♂) 81,7(♀)	
	Щури 28 діб, дермально (100,250,1000)	1000	1000	

Продовження табл. 1.9

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
піраклостробін	Щури 28 діб перорально (0,20,100,500,1500 ppm)	9,0(♂) 9,6(♀)	42,3(♂) 46,6(♀)	[84, 85, 86, 87]
	Щури 28 діб дермально (0, 40, 100,250)	250	>250	
	Щури 90 діб перорально (0,50,150,500 1000,1500 ppm)	3,5(♂) 4,2(♀)	-	
дифеноконазол	Щури 21 доба, дермально (0, 10,100,1000)	10	100	[89, 90]
	Миші, 13тижнів,перорально(0,20,200,2500,7500,15000ppm)	2	30,8	
	Щури 13 тижнів перорально (0, 1, 10, 37,5, 75, 150)	1	37,5	
	Собаки 26 тижнів перорально (0, 100, 1000, 3000, 6000)	31,3	96,6	
флуксапіроксад	Щури 28 діб перорально (0, 100, 500, 2000, 6000 ppm)	9,0(♂) 48(♀)	44(♂) 183(♀)	[92, 93, 94]
	Щури 90 діб перорально (0, 100, 500, 2000, 6000 ppm)	9,0 6,1(♂) 7,3(♀)	31(♂) 35(♀)	
	Миші 90 діб перорально (0, 500, 2500, 7000 ppm)	21(♂) 128(♀)	77(♂) 610(♀)	
	Миші 28 діб перорально (0, 500, 2500, 7000 ppm)	не встановлено	112(♂) 150(♀)	
	Щури 28 діб дермально (0, 100, 300, 1000)	300	1000	
металаксил-М	Щури 28 діб перорально (0, 10, 50, 150, 300)	50	-	[96]
	Щури 90 діб перорально (50, 250, 1250 ppm)	16,8	-	
	Щури 3 місяці перорально (25, 50, 250, 625,1250 ppm)	91	-	
	Кролі, 3 тижні, дермально (0, 10,100,1000)	1000	-	
	Собаки 13 тижнів перорально (0, 50, 125, 250, 1250 ppm)	7,3	-	
хлорокис міді	Миші 90 діб перорально (0, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 ppm)	97,2 (♂) 125,7(♀)	-	[98, 99, 100, 101]
	Щури 90 діб перорально (0, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ppm)	16 (♂) 17(♀)	-	
	Щури 13 тижнів інгаляційно (0, 0,2, 0,4, 0,8 та 2 мг/м³)	2	-	
	Кролі, 3 тижні, дермально (1000, 2000)	1000	-	

Продовження табл. 1.9

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
азоксистробін	Щури 90 діб перорально (0; 200; 2000 и 6000 ppm)	20,4 (♂)(♀)	211,0 (♂)(♀)	[103]
	Собаки 90 діб перорально (0, 10, 50 и 250)	50,0(♂)(♀)	250 (♂)(♀)	
	Щури 21 доба, дермально (0, 200, 500, 1000)	1000	не встановлено	
пенконазол	Миші 90 діб перорально (0, 10, 100, 300, 500, 1000 ppm)	85	-	[106, 107, 108]
	Щури 28 діб перорально (0, 10, 30, 300, 500, 1000 ppm)	-	100	
	Щури 13 тижнів перорально (0, 100, 500, 5000)	202 7,1 38	-	
	Кролі 21 день дермально	2000	-	
пендиметалін	Щури 13 тижнів перорально (0, 100, 500, 5000)	500	-	[110]
	Собаки 90 діб перорально (200, 2000, 12000 ppm)	2000 ppm	-	
	Щури 90 діб перорально (200, 1500, 10000 ppm)	17,8	-	
гліфосат	Миші 28 діб перорально	1546,5	-	[113, 114]
	Миші 13 тижнів перорально (940, 1890, 9710)	1890	-	
	Щури 13 тижнів перорально (1000, 5000, 20 000)	20000 200 12500	-	
	Щури 90 діб перорально (200, 2000, 20000 ppm)	147,3(♂) 195,7(♀)	-	
S-метолахлор	Щури 90 діб перорально (0, 30, 300, 3000 ppm)	208(♂) 236(♀)	-	[117, 118]
	Собаки 90 діб перорально (0, 300, 500, 1000, 2000 ppm)	62(♂) 74(♀)	-	
	Щури 13 тижнів перорально (0, 30, 300, 3000, 10,000 ppm)	15	150	

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
спіродиклофен	Щури 13 тижнів перорально (0,100,500,2500,12500 ppm)	32,1(♂) 8,1(♀)	166,9(♂) 47,1(♀)	[120, 121]
	Миші 90 діб перорально (0, 100, 1000, 10000 ppm)	15(♂) 30(♀)	164(♂) 234(♀)	
	Собаки 13 тижнів перорально (0, 200, 630, 2000 ppm)	7,7(♂) 8,4(♀)	26,6(♂)8,4(♀)	
	Щури 28 діб дермально	1000	-	
	Щури 4 тижні перорально (0,100,500,5000 ppm)	10	-	
	Собаки 4 тижнів перорально (0, 400, 2000, 10000 ppm)	11,3	-	
абамектин	Щури 30 діб інгаляційно	0,577 µg/l	-	[124, 125, 126]
	Собаки 18 тижнів перорально (0; 0,25; 0,5; 2,0; 8,0)	0,25	-	
	Кролі дермально (0, 125, 500, 1000)	125	-	

Примітки: 1. ♂ – самці; 2. ♀ – самки.

Таблиця 1.10

Параметри хронічної токсичності пестицидів

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
флудіоксоніл	Щури, 24 місяці, перорально (0,10,30,100,1000)	37(♂) 44(♀)	113(♂) 141(♀)	[65, 66, 67, 68, 69]
	Миші 18 місяців перорально (0,3,10,100,1000, 3000, 7000)	112(♂) 133(♀)	360(♂) 417(♀)	
ципродиніл	Щури, 24 місяці, перорально (0, 5, 75, 1000, 2000)	2,7	35,6	[71, 72, 73]
	Миші 18 місяців перорально (0, 10, 150, 2000, 5000)	212(♂) 196(♀)	630(♂) 558(♀)	
фенгексамід	Собаки 1 рік перорально	17(♂) 19(♀)	124(♂) 133(♀)	[76, 77]
	Щури, 2 роки, перорально (0, 28, 292,1280)	28(♂) 40(♀)	292(♂) 415(♀)	
боскалід	Щури, 24 місяці, перорально (0, 100, 500, 2500, 15000 ppm)	21,9(♂) 30,0(♀)	110,0(♂)150,3(♀)	[81, 82]
	Собаки 1 рік перорально (0, 200, 800, 2000, 20000 ppm)	21,8(♂) 22,1(♀)	57,4(♂) 58,3(♀)	
піраклостробін	Щури, 24 місяці, перорально (0, 25, 75, 200 ppm)	3,4(♂) 4,7(♀)	9,2(♂)150,3(♀)	[84, 85, 86, 87]
	Собаки 1 рік перорально (0, 100, 200, 400 ppm)	5,5(♂) 5,4(♀)	10,8(♂) 11,2(♀)	
дифеноконазол	Собаки 1 рік перорально (0, 20, 100, 500, 1500 ppm)	3,4	16,4	[89, 90]
	Щури, 24 місяці, перорально (0, 20, 100, 500, 1500 ppm)	0,96	24,12	
	Миші 78 тижнів перорально (10, 30, 300, 2500, 4500)	4,7	-	
флуксапіроксад	Щури, 24 місяці, перорально 2.1, 11, 68, 145)	2,1(♂) 2,7(♀)	11(♂) 14(♀)	[92, 93, 94]
	Миші 18 місяців перорально (0,150,750,3000,6000 ppm)	33	21	
металаксил-М	Миші 104 тижні перорально (0, 50, 250, 1250 ppm)	35,7	-	[96]
	Собаки 2 роки перорально (0,8, 8,0, 80)	8	-	
хлорокис міді	Щури 104 тижні перорально (53, 530, 1600 ppm)	27	-	[98, 99]

Продовження табл. 1.10

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
азоксистробін	Щури, 2 роки, перорально (0, 60, 300, 1500 ppm)	300 ppm	750(♂) 1500(♀)	[103]
	Собаки 1 рік перорально (0, 3, 25, 200)	25(♂)(♀)	200(♂)(♀)	
	Миші, 2 роки, перорально (0, 50, 300, 2000 ppm)	37,5(♂) 51,3(♀)	272,4(♂) 363,3(♀)	
пенконазол	Собаки 1 рік перорально (0, 100, 500, 5000 ppm)	3,1	-	[106, 107, 108]
	Щури, 2 роки, перорально (0, 5, 75, 150, 300 ppm)	36	-	
	Миші 80 тижні перорально (0, 25, 200, 1500 ppm)	36	178	
	Щури, 27 місяці, перорально (0,5,75, 150, 300 ppm)	8,1	-	
пендиметалін	Миші 18 місяців перорально (0, 100, 500, 2500)	114,2(♂) 123,3(♀)	-	[110, 111]
	Щури, 24 місяці, перорально (300, 900, 3500 ppm)	12,3(♂) 18,7(♀)	-	
	Собаки 2 роки перорально	50	-	
гліфосат	Щури, 2 роки, перорально (113, 457, 1183)	362(♂) 457(♀)	940(♂) 1183(♀)	[113, 114]
	Щури, 2 роки, перорально (0, 100, 300, 1000)	100	-	
	Миші 24 місяці перорально (0, 1000, 5000, 30000)	5000	-	
	Щури, 2 роки, перорально (0, 3, 10, 32)	32	-	
	Щури, 24 місяці, перорально (100, 410, 1060)	410	-	
S-метолахлор	Собаки 2 роки перорально (100; 300, 1600 ppm)	9,2	-	[117, 118]
	Щури, 2 роки, перорально (30, 300, 3000 ppm)	15	-	
	Миші 2 роки перорально (300, 1000 и 3000 ppm)	100	-	
спіродиклофен	Щури, 24 місяці, перорально	14,7(♂) 19,9(♀)	110,1(♂) 152,9(♀)	[120, 121]
	Собаки 2 роки перорально	1,38(♂) 1,52(♀)	4,33(♂) 4,74(♀)	
	Собаки 52 тижні перорально (0,20,50, 150, 500/600 ppm)	1,45	-	
	Миші 18 місяців перорально (25, 3500, 7000 ppm)	-	4,1	
	Щури, 108 тижнів, перорально (0, 50,100,350,2500 ppm)	5,93	-	

Діюча речовина	Вид тварин, тривалість, шлях введення (دوزи, мг/кг)	NO(A)EL, мг/кг	LO(A)EL, мг/кг	Джерело літератури
абамектин	Собаки 53 тижні перорально (0,25; 0,5; 1,0)	0,25	-	[124, 125, 126]
	Собаки 1 рік перорально (0,25, 0,5, 1,0)	0,25	-	
	Щури 104 тижні перорально (0, 0,75, 1,5, 2)	1,5	-	
	Миші 18 місяців перорально (0, 2, 4, 8)	2	-	

Примітки: 1. ♂ – самці; 2. ♀ – самки.

Таблиця 1.11

Параметри хронічної токсичності пестицидів

Діюча речовина	NO(A)EL, мг/кг					Джерело літератури
	канцеро-генність	генотоксичність	репродуктивна токсичність	ембріотоксичність, тератогенність	нейро-токсичність	
флудіоксоніл	не виявлено 113(♂) 141(♀) – щури 851(♂) 1008(♀) – миші	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 1000 – щури 300 ppm - кролі	не виявлено 1000 – щури 300 – кролі	-	[65, 66, 67, 68, 69]
ципродиніл	не виявлено >2000 ppm - щури 16,1 – миші	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 200 - щури 150 - кролі	не виявлено 81	не виявлено 601(♂) 631(♀)	[71, 72, 73, 74]
фенгексамід	не виявлено 247(♂) 1055(♀) - миші не виявлено 28 - щури	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 38(♂) 45(♀) - щури 2000 - кролі	не виявлено 2000 – щури 300 – кролі	не виявлено 630(♂) 2000(♀)	[76, 9]
боскалід	не виявлено 65(♂) 443(♀) - миші 4,6(♂) 29,7(♀) - щури	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 112,6(♂) 1180,8(♀) - щури 1000 - кролі	не виявлено 1000 – щури 100 – кролі	не виявлено 1050(♂) 1272.5(♀)	[81, 82]
піраклостробін	не виявлено 3,4(♂) 4,7(♀)	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено >33 - щури	не виявлено 10 – щури 5 – кролі	не виявлено 50(♂) 112(♀)	[84, 85, 86, 87]

Діюча речовина	NO(A)EL, мг/кг					Джерело літератури
	канцеро-генність	гено-токсичність	репродуктивна токсичність	ембріотоксичність, тератогенність	нейро-токсичність	
дифеноконазол	ймовірний канцероген 1,0 – щури 4,7 - миші	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 1,25 - щури	не виявлено 20 - щури 25 - кролі	-	[89, 90]
флуксапіроксад	малоймовірний канцероген 107(♂) 158(♀)	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 300 - щури	не виявлено 1000 - щури 25 - кролі	не виявлено 11,5	[92, 93, 94]
металаксил-М	не виявлено	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено ≥1250 - щури	не виявлено 50 - щури 150 - кролі	-	[96]
хлорокис міді	не виявлено 530 ppm	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 15,2 - щури	не виявлено 30 - щури 285 - миші 6 - кролі	-	[98, 99, 100, 101, 127]
азоксистробін	не виявлено 18,2(♂) 22,3(♀) - щури	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 33 - щури	не виявлено 100 - щури 500 - кролі	-	[103]
пенконазол	не виявлено	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 40 - щури	не виявлено 300 - щури 100 - кролі	-	[106, 107, 108]
пендиметалін	75 - миші	in vitro, in vivo – не виявлено	1000 - щури	250 - щури	-	[110, 111]

Діюча речовина	NO(A)EL, мг/кг					Джерело літератури
	канцеро-генність	гено-токсичність	репродуктивна токсичність	ембріотоксичність, тератогенність	нейро-токсичність	
гліфосат	не виявлено	in vitro, in vivo – не виявлено	1000 - щури 500 - щури	100 - щури	-	[113, 114, 128]
S-метолахлор	не виявлено	in vitro, in vivo – не виявлено	не виявлено 25 - щури	не виявлено >500 - щури	-	[117, 118, 129, 130]
спіродиклофен	не виявлено 4,1(♂) 5,1(♀) - миші 14,7 - щури	in vitro, in vivo – не виявлено	26,2-30,2 - щури	100 - щури	135,9(♂) 273,8(♀)	[120, 121]
абамектин	не виявлено >2,0 – щури >8,0 - миші	in vitro, in vivo – не виявлено	0,4- щури	не виявлено 1,6 - щури 0,5 - кролі	не виявлено 1,6	[123,124, 125, 126]

Примітки: 1. ♂ – самці; 2. ♀ – самки.

Інші віддалені ефекти дії (репродуктивна токсичність, ембріотоксичність, тератогенність і нейротоксичність) не були виявлені для досліджуваних діючих речовин (табл. 1.11).

Аналіз наявності гігієнічних нормативів (табл. 1.12, 1.13) досліджуваних діючих речовин показав, що усі аналізовані діючі речовини мають офіційно затверджені величини ДДД, гігієнічні нормативи в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі (ГДК і ОБРВ), воді (ГДК), ґрунті (ГДК і ОДК) та МДР в деяких ягідних і баштанних культурах. Виявлено відсутність обґрунтованих і затверджених наступних величин МДР в ягодах, соках та баштанних культурах:

- 1) МДР флудіоксонілу в суничному соку, малині, малиновому соку, ожині, ожиновому соку;
- 2) МДР ципродинілу в малині, малиновому соку, ожині, ожиновому соку;
- 3) МДР дифеноконазолу в суниці та суничному соку, кавунах;
- 4) МДР азоксистробіну в суниці та суничному соку;
- 5) МДР флуксапіроксаду в кавунах;
- 6) МДР металаксилу-М в кавунах,
- 7) МДР пендиметаліну в суниці та суничному соку.

Досліджувані пестицидні формуляції раніше не використовувались на запропонованих культурах і не мають затверджених у встановленому порядку медико-санітарних нормативів безпечного застосування (строки очікування до збирання врожаю ягідних та баштанних культур).

Таблиця 1.12

Гігієнічні нормативи досліджуваних фунгіцидів [131, 132]

Препарат	Діюча речовина	ДДД, мг/кг	ГДК/ОБРВ в повітрі робочої зони, мг/м ³	ГДК/ОБРВ в атмосферному повітрі, мг/м ³	ГДК у воді, мг/дм ³	ГДК/ОДК в ґрунті, мг/кг	МДР (мг/кг) в:				
							суниця/сік	лохина	малина / сік	ожина/сік	кавуни
Кітч	флудіоксоніл	0,015	/1,0	/0,002	0,1(орг.)	/0,2	0,08/-	0,1	-/-	-/-	-
	ципродиніл	0,03	/0,1	/0,05	/0,02(заг.-сан.)	/0,2	0,05/0,05	0,2	-/-	-/-	-
Тринол	фенгексамід	0,18	/2,0	/0,005	0,006 (орг., заг.-сан.)	0,65(трансл., водн.-мігр., фітотокс.)/	0,1/0,1	-	-/-	-/-	-
Амістар Голд	дифеноконазол	0,002	/0,2	/0,001	0,001/(сан.-токс.)	/0,3	-/-	-	-/-	-/-	-
	азоксистробін	0,03	/1,0	/0,01	0,01/(заг.-сан.)	/0,3	-/-	-	-/-	-/-	-
Світч	ципродиніл	0,03	/0,1	/0,05	/0,02(заг.-сан.)	/0,2	0,05/0,05	0,2	-/-	-/-	-
	флудіоксоніл	0,015	/1,0	/0,002	0,1(орг.)	/0,2	0,04/-	0,1	-/-	-/-	-
Сігнум	боскалід	0,04	/1,5	/0,01	0,03/(заг.-сан.)	/0,4	0,05/0,05	-	-/-	-/-	-
	піраклостробін	0,03	/1,0	/0,01	0,02/(заг.-сан.)	/0,6	0,05/0,05	-	-/-	-/-	-
Топаз	пенконазол	0,007	/0,8	/0,02	0,003/(заг.-сан.)	/0,1	-/-	0,05*/**	-/-	-/-	-
Апрон	металаксил-М	0,03	0,5/	/0,01	0,001/(заг.-сан.)	/0,05	-/-	-	-	-/-	-
Максим	флудіоксоніл	0,015	/1,0	/0,002	0,1(орг.)	/0,2	0,04/-	-	-	-/-	0,2
Юніформ	азоксистробін	0,03	/1,0	/0,01	0,01/(заг.-сан.)	/0,3	-/-	-	-/-	-/-	0,2
	металаксил-М	0,03	0,5/	/0,01	0,001/(заг.-сан.)	/0,05	-/-	-	-	-/-	-
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,002	/0,2	/0,001	0,001/ (сан.-токс.)	/0,3	-/-	-	-/-	-/-	-
	флуксапіроксад	0,02	/0,7	/0,01	0,004(заг.-сан.)	/0,3	-/-	-	-/-	-/-	-
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,03	0,5/	/0,01	0,001/(заг.-сан.)	/0,05	-/-	-	-	-/-	0,2
	хлорокис міді	0,05	0,5/	0,003 макс/0,001/	1,0/(орг.)	3,0/(заг.-сан.)	5,0/-	5,0	2,0/-	-/-	5,0

Примітки: 1. «*» – не допускається, при межі кількісного визначення методу; 2. «**» – чорна смородина; 3. «-» – відсутній гігієнічний норматив

Таблиця 1.13

Гігієнічні нормативи гербіцидів та інсектицидів [131, 132]

Препарат	Діюча речовина	ДДД, мг/кг	ГДК/ОБРВ в повітрі робочої зони, мг/м ³	ГДК/ ОБРВ в атмосферному повітрі, мг/м ³	ГДК у воді мг/дм ³	ОДК в грунті мг/кг	МДР (мг/кг) в:	
							суниця/ сік	кавуни
гербіциди								
Стомп Аква	пендиметалін	0,008	0,5/	/0,002	0,05/(орг.)	/0,2	-/-	-
Дуал Голд	S-метолахлор	0,01	/0,5	/0,02	0,02/ (сан.-токс.)	/0,02	-/-	0,04*
Герболекс	гліфосат	0,01	1,0/	/0,01	0,02/ (сан.-токс.)	0,5/ трансл.	-/-	0,3
інсектициди								
Протект	спіродиклофен	0,001	/0,2	/0,0007	0,002/(сан.-токс.)	/0,4	0,02/-	-
Вертімек	абамектин	0,0002	/0,04	/0,0002	0,0003/(заг.-сан.)	/0,3	0,02/-	-

Примітки: 1. «*» – не допускається, при межі кількісного визначення методу; 2. «-» - відсутній норматив, або не рекомендований препарат до застосування.

Огляд і аналіз джерел літератури дозволили дійти до наступних висновків:

1. Показано, що проблема застосування пестицидів залишається актуальною, в т.ч. на ягідних і плодових культурах, які є основним джерелом вітамінів та мінералів. Кількість пестицидів за останні 11 років (2012-2023 рр.) збільшилась на 75,6 %, з темпом приросту $21,0 \pm 6,4$ % кожні 3-4 роки.

2. Встановлено, кількість пестицидів, дозволених до використання на ягідних культурах складала 1,8-2,2% і баштанних культурах – 2,5-3,6 % від загальної кількості в АПС із тенденцією до зростання в середньому 34,5 % і 15,8 %, відповідно, кожні 3-4 роки. В ОПГ кількість пестицидів складала 3,7-4,2 % на ягідних культурах і 10,2-20,2 % на баштанних культурах з темпом приросту 17,3 % і 16,4 %, відповідно.

3. Встановлено, що в світі є пріоритетним ризик-орієнтований підхід до встановлення нормативів та стандартів, які направлені на забезпечення безпечних умов використання пестицидів і даний напрямок потребує розвитку на території України.

4. Відсутня інформація щодо порівняльної токсикологічної оцінки нових пестицидів, що рекомендовані до використання на ягідних та баштанних культурах.

5. Не оцінено ризики для професійних контингентів при застосуванні пестицидів в промислових умовах та приватному секторів для захисту ягідних та баштанних культур, також не обґрунтовані медико-санітарні нормативи їх безпечного застосування (строки виходу на оброблені ділянки для виконання ручних і механізованих робіт).

6. Не оцінено ризик для населення з позиції харчової та водної безпеки і не обґрунтовані наступні величини МДР в ягодах, соках та баштанних культурах: МДР флудіоксонілу в суничному соку, малині, малиновому соку, ожині, ожиновому соку; МДР ципродинілу в малині, малиновому соку, ожині, ожиновому соку; МДР дифеноконазолу в суниці та суничному соку, кавунах;

МДР азоксистробіну в суниці та суничному соку; МДР флуксапіроксаду в кавунах; МДР металаксилу-М в кавунах, МДР пендиметаліну в суниці та суничному соку та медико-санітарних нормативів безпечного застосування (строки очікування до збирання врожаю ягідних та баштанних культур).

7. Потребує узагальнення існуюча в Україні методологія оцінки ризику та обґрунтування рекомендацій щодо ризик-орієнтованого підходу обґрунтування медико-санітарних нормативів пестицидів та виявлення критеріїв, необхідних для вирішення питання необхідності проведення моніторингових досліджень пестицидів в різних об'єктах навколишнього середовища.

Наведена в розділі інформація висвітлена в таких публікаціях – [133, 134].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконано в 8 етапів (табл. 2.1):

I етап – токсикологічна оцінка пестицидів, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах;

II етап – прогнозування ймовірності виникнення гострих токсичних фактів у працівників, задіяних при застосуванні пестицидів;

III етап – натурні спостереження умов праці при різних способах застосування пестицидів, рекомендованих до застосування на ягідних і баштанних культурах в умовах агропромислового сектору (АПС) та особистих приватних господарствах (ОПГ);

IV етап – оцінка ризику для професійних і непрофесійних контингентів при застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в умовах АПС і ОПГ;

V етап – натурні спостереження динаміки вмісту пестицидів у ґрунті, ягідних та баштанних культурах протягом періоду вегетації;

VI етап – оцінка ризику для населення при споживанні води підземних і поверхневих джерел, в умовах застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур;

VII – оцінка ризику для населення при споживанні продукції ягідних та баштанних культур, вирощених із застосування пестицидів;

VIII – обґрунтування регламентів та рекомендацій по застосуванню пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур, з урахування результатів оцінки ризику для людини.

Загальна характеристика досліджуваних пестицидів наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.1

Етапи, об'єкти, методи та обсяг досліджень

№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
1.	Токсикологічна характеристика пестицидів, дозволених до застосування для захисту ягідних та баштанних культур	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин, 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек	1. Аналіз даних літератури: аналітичний, бібліографічний, статистичний	62 джерел літератури
2.	Прогнозування ймовірності виникнення гострих токсичних фактів у працівників, задіяних при застосуванні пестицидів	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин, 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек	1. Аналіз даних літератури: аналітичний, бібліографічний, статистичний 2. Обчислення коефіцієнту вибіркової дії (КВД): д.р. препаратів 4. Розрахунок коефіцієнту можливості інгаляційного отруєння (КМІО)	62 джерел літератури 44 34 16

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
3.	Натурний експеримент з гігієнічної оцінки умов праці при застосуванні досліджуваних препаратів, наукове обґрунтування медико-санітарних нормативів (16 серій)	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин, 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек Фізичні параметри: температура (n=36), вологість (n=36), швидкість руху повітря (n=36), атмосферний тиск (n=36) Працівники: 15 трактористів, 15 заправників, 6 операторів Повітря атмосферне (n=1434), Повітря робочої зони (n=594), Змиви зі шкіри (n=103), Нашивки на спецодязі (n=132)	1. Фізичні: температура, вологість і швидкість руху повітря, атмосферний тиск 2. ВЕРХ, ГРХ, ААС 3. Наукового синтезу і аналізу: - строки виходу на оброблені території для проведення ручних і механізованих робіт	144 2263 32

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
4.	Оцінка ризику для професійних і непрофесійних контингентів при застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек Працівники: 15 трактористів, 15 заправників, 6 операторів, Величини ризику: комплексного (n=45); інгаляційного (n=45); перкутанного (n=45); частка перкутанного (n=45); комбінованого (n=15)	1. Розрахунок професійного ризику (метод прогнозування)	252

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
5.	Натурний експеримент з вивчення поведінки досліджуваних пестицидів в ґрунті (28 серій)	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек Ґрунт (n=318)	1. ВЕРХ, ГРХ, ААС 2. Математичне моделювання: - константа швидкості руйнації (К) - T₉₉, - T₉₅, - T₅₀ - регресійний аналіз	636 21 21 21 24
6.	Оцінка ризику для населення при споживанні води підземник і поверхневих джерел, в умовах застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек Ґрунт (486 проб)	1.Розрахунок показників: - SCI-GROW - ризик при вимиванні пестицидів у воду (Р) - ІПНВ	17 25 50

Продовження табл. 2.1

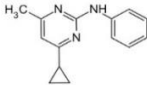
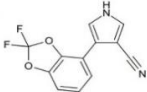
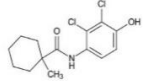
№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
7.	Натурний експеримент з вивчення поведінки досліджуваних пестицидів в ягідних та баштанних культурах, наукове обґрунтування медико-санітарних нормативів (28 серій)	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек 7 культур: плоди (1458 проб), сік (222 проби)	1. ВЕРХ, ГРХ, ААС 2. Математичне моделювання: - константа швидкості руйнації (K) - T₉₉, - T₉₅, - T₅₀ - регресійний аналіз 3. Наукового синтезу і аналізу - МДР - строки очікування до збирання врожаю	909 31 31 31 30 18 17

Продовження табл. 2.1

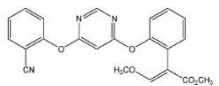
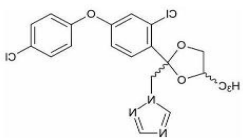
№ п/п	Етап	Об'єкт	Методи	Обсяг
8.	Оцінка ризику для населення при споживанні продукції ягідних та баштанних культур, вирощених із застосування пестицидів	16 діючих речовин (д.р.): ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, ципродиніл, флудіоксоніл, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флудіоксоніл, азоксистробін, металаксил-М, дифеноконазол, флуксапіроксад, металаксил-М, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, спіродиклофен, абамектин 16 препаратів на їх основі: Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, Протект, Вертімек 7 культур: плоди (1458 проб), сік (222 проби)	1. Розрахунок показників - ризик при споживанні харчових продуктів (Р ХП) - ПІНВП - комплексний Р ХП - комбінований Р	22 34 37 11
9.	Аналіз та статистична обробка одержаних результатів	Цифрові масиви	1. Варіаційна статистика 2. Оцінка достовірності розходжень 3. Регресійний аналіз	4790 одиниць 54 масиви

Таблиця 2.2

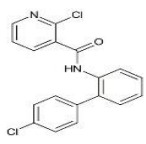
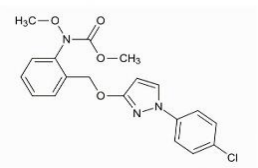
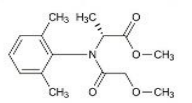
Фізико-хімічні властивості досліджуваних пестицидів [135], рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах в промисловому секторі

Діюча речовина	Препарат	Ім'я IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос-на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода
Фунгіциди							
Ципродиніл	Кітч, ВГ	4-циклопропіл-6-метил-N-піримідин-2-амін 	121552-61-2	C ₁₄ H ₁₅ N ₃	225,29	5,10·10 ⁻⁰¹	4,0
	Світч 62,5 WG, ВГ						
Флудіоксоніл	Кітч, ВГ	4-(2,2-дифтор-1,3-бензодіоксол-4-іл)-1H-пірол-3-карбонітрил 	131341-86-1	C ₁₂ H ₆ F ₂ N ₂ O ₂	248,19	3,90·10 ⁻⁰⁴	4,12
	Світч 62,5 WG, ВГ						
	Максим 480 FS, ТН						
Фенгексамід	Тринол, ВГ	2',3'-дихлор-4'-гідрокси-1-метилциклогексанкарбоксаїлід 	126833-17-8	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ NO ₂	302,20	4,00·10 ⁻⁰⁴	3,51

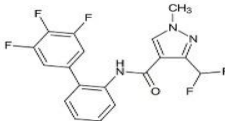
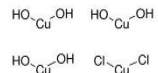
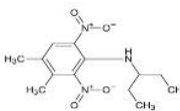
Продовження табл. 2.2

Діюча речовина	Препарат	Ім'я IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода
Азоксистробін	Юніформ 446 SE, CE	метил(Е)-2{2-[6-(2-ціанофенокси)піримідин-4-ілокси]феніл}-3-метоксиакрилат 	131860-33-8	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	403,4	1,10·10 ⁻⁰⁷	2,5
Дифеноконазол	Серкадіс Плюс, КС	3-хлор-4-((2RS, 4RS, 2RS, 4RS)-4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-ілметил)-1,3-діоксолан-2-іл)феніл 4-хлорфеніловий ефір 	119446-68-3	C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃	406,26	3,3·10 ⁻⁰⁵	4,36

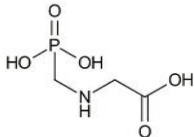
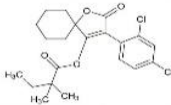
Продовження табл. 2.2

Діюча речовина	Препарат	Назва IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода
Боскалід	Сігнум, ВГ	2-хлор-N-(4`-хлорбіфеніл-2-іл)нікотинамід 	188425-85-6	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	343,21	7,2·10 ⁻⁰⁵	2,96
Піраклостробін	Сігнум, ВГ	метил {2-[1-(4-хлорфеніл)піразол-3-ілоксиметил]феніл}(метокси)карбамат 	175013-18-0	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	387,82	2,6·10 ⁻⁰⁵	3,99
Металаксил-М	Апрон XL 350 ES, TH	метил N-(метоксиацетил)-N-(2,6-ксіліл)-D-аланінат 	70630-17-0	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄	279,33	3.3	1,71
	Юніформ 446 SE, CE						
	Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ						

Продовження табл. 2.2

Діюча речовина	Препарат	Назва IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода
Флуксапіроксад	Серкадіс Плюс, КС	3-(дифторметил)-1-метил-N-(3',4',5'-трифторбіфеніл-2-іл)піразол-4-карбоксамід 	907204-31-3	C ₁₈ H ₁₂ F ₅ N ₃ O	381,31	2,7 10 ⁻⁰⁶	3,13
Хлорокис міді	Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ	міді хлорид трігідроксид 	1332-407 1332-65-6	3Cu (OH) ₂ CuCl ₂	213,6	Не леткий	0,44
Гербіциди							
Пендиметалін	Стомп Аква, СК	N-(1-етилпропіл)-2,6-динітро-3,4-ксілідін 	40487-42-1	C ₁₃ H ₁₉ N ₃ O ₄	281,31	3.34	5,4

Продовження табл. 2.2

Діюча речовина	Препарат	Назва IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода
Гліфосат	Герболекс в.р.	N-(фосфометил)гліцин 	1071-83-6	C ₃ H ₈ NO ₅ P	169.1	1,31 · 10 ⁻⁰³	-6,28
Інсектициди							
Спіродиклофен	Протект, SC, KC	3-(2,4-дихлорфеніл)-2-оксо-1-окспіро[4.5]дек-3-ен-4-іл 2,2-диметилбутират 	148477-71-8	C ₂₁ H ₂₄ Cl ₂ O ₄	411,32	3.00 · 10 ⁻⁰⁴	5,83
Абамектин	Вертімек 018 EC, KE	Суміш 80% (2aE,4E,8E)-(5'S,6S,6'R,7S,11R,13S,15S,17aR,20R,20aR,20bS)-6'-[(S)-цес-бутил]-5',6,6',7,10,11,14,15,17a, 20,20a,20b-додекагідро-20,20b-	71751-41-2	C ₄₈ H ₇₂ O ₁₄ + C ₄₇ H ₇₀ O ₁₄	866,6	3,7 · 10 ⁻⁰³	4,4

Продовження табл. 2.2

Діюча речовина	Препарат	Назва IUPAC, структурна формула	CAS RN	Емпірична формула	Віднос на молекулярна маса	Тиск пари при 20°C (мПА)	Коефіцієнт розподілу в системі октанол/ вода
		дигідрокси-5',6,8,19-тетраметил-17-оксоспірол [11,15-метано-2Н,13Н,17Н-фууро[4,3,2-рq][2,6]бензо-діоксациклооктадецин-13,2'-[2Н]піран]-7-іл 2,6-дидеокси-4-О-(2,6-ди-деокси-3-О-метил-α-L-арабіно-гексапіранозил)-3-О-метил-α-L-арабіно-гексапіранозид та 20% (2aE,4E,8E)-(5'S,6S,6'R,7S,11R,13S,15S,17aR,20R,20aR,20bS)-5',6,6',7,10,11,14,15,17a,20,20a,20b-додекагідро-20,20b-дигідрокси-6'-ізопропіл-5',6,8,19-тетра-метил-17-оксоспірол[11,15-метано-2Н,13Н,17Н-фууро[4,3,2-рq][2,6]бензо-діоксооктадецин-13,2'-[2Н] піран]-7-yl 2,6-дидеокси-4-О-(2,6-дидеокси-3-О-метил-α-L-арабіно-гексапірано-зил)-3-О-метил-α-L-арабіно-гексапірадозин					

Токсикологічну оцінку виконували за даними, висвітленими на офіційних сайтах EFSA, FAO, Inchem та ін. з урахуванням національних принципів встановлення класу небезпечності [136].

Щоб оцінити ймовірний вплив вищеперелічених д.р. та препаратів на їх основі на організм працівників на першому етапі були розраховані коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КМІО), коефіцієнт вибіркової дії пестицидів при інгаляційному впливі (КВД_{інг}) та коефіцієнт вибіркової дії пестицидів при дермальному впливі (КВД_{дерм}).

Розрахунок показника КМІО проводили за формулою ДСанПІН 8.8.1.002-98:

$$\text{КМІО} = C_{20} / \text{ЛК}_{50},$$
 де C_{20} – концентрація пестициду, якої максимально вдається досягти в повітрі (леткість) при температурі 20° С, мг/м³; ЛК_{50} – середня смертельна концентрація пестициду в повітрі, мг/м³.

При величині КМІО > 10 – пестициди надзвичайно небезпечні (1 клас), 10-2,1 – небезпечні (2 клас), 2-0,5 – помірно небезпечні (3 клас), < 0,5 – малонебезпечні (4 клас) [137, 136].

Провели розрахунки коефіцієнта вибіркової дії пестицидів при інгаляційному впливі (КВД_{інг}) та коефіцієнта вибіркової дії пестицидів при дермальному впливі (КВД_{дерм}) за формулами наведеними у [137]:

$$\text{КВД}_{\text{інг}} = (\text{ЛК}_{50} \times 0,16) / (Н \times 16,2),$$
 де ЛК_{50} – середня смертельна концентрація препарату/д.р. у повітрі для лабораторних щурів, мг/м³; 0,16 – коефіцієнт перерахунку концентрації в дозу; Н – норма витрат препарату/д.р., кг/га; 16,2 – коефіцієнт, що враховує вагу та площу тіла лабораторних щурів, величину дози й норми витрат препарату.

$$\text{КВД}_{\text{дерм}} = (\text{ЛД}_{50\text{д}}) / (Н \cdot 16,2),$$
 де $\text{ЛД}_{50\text{д}}$ – середня смертельна доза в разі нанесення препарату/д.р. на шкіру лабораторних щурів, мг/кг; Н – норма витрат препарату /д.р., кг/га; 16,2 – коефіцієнт, що враховує вагу та площу тіла лабораторних щурів, величину дози й норми витрат препарату.

Для оцінки показників вважали, що при величині КВД < 1 діюча речовина має надзвичайно низьку вибірковість дії, при КВД від 1 до 99 – низьку вибірковість дії та при КВД > 100 – достатню вибірковість дії [137].

Натурні дослідження умов праці та оцінку професійного ризику проводили згідно МР 8.8.1.4-162-2009 [138]. При санітарно-гігієнічних дослідженнях умов праці було враховано норми витрат препаратів та робочих розчинів, вид обробки та використану сільськогосподарську техніку. Також було досліджено вплив д.р. на осіб, задіяних при застосуванні препаративних форм для обробки ягідних та баштанних культур.

Умови праці заправників, трактористів, операторів, зайнятих застосуванням пестицидів для обробки ягідних та баштанних культур, оцінювали на підставі результатів визначення досліджуваних д.р. в повітрі робочої зони, атмосферному повітрі (в ділянці можливого зносу препарату на краю ділянки, на відстані 10 м, 300 м від краю обробленої ділянки), в змивах з відкритих ділянок шкіри та під спецодягом, у нашивках на спецодязі на різних ділянках. При цьому в якості поглинаючої поверхні використовували тришарові аплікатори (верхній шар – бавовняна тканина, середній – медична марля, внутрішній – фільтр типу «синя стрічка») площею 1 дм^2 . Відбір проб повітря, їх підготовку та хроматографічний аналіз здійснювали відповідно до методичних вказівок, зазначених у (табл. 2.3, 2.4).

Для визначення експозиційної інгаляційної дози досліджуваних речовин здійснювали одночасний відбір 2 паралельних проб. При вивченні умов праці встановлено, що приготування робочого розчину даних препаратів та заправки ними обприскувача не супроводжується надходженням його діючих речовин (д.р.) в повітря зони дихання заправників і трактористів при штанговій обробці в умовах АПС та ОПГ.

Таблиця 2.3

Гігієнічні нормативи та межі визначення досліджуваних діючих речовин в повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, ґрунті, змивах з поверхні шкіри та нашивках із спецодягу працюючих (АПС)

Діюча речовина	Об'єкт дослідження									
	Повітря робочої зони			Атмосферне повітря			Ґрунт			Змиви, нашивки
	ОБРВ, мг/м ³	№ МВ	МКВ, мг/м ³	ОБРВ, мг/м ³	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/м ³	ОДК, мг/кг	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/кг	МКВ, мг
фунгіциди										
ципродиніл	0,1	82-97 [139]	0,02	0,05	82-97 [139]	0,02	0,2	65-97 [140]	0,05	0,002
флудіоксоніл	1,0	48-97 [141]	0,1	0,002	430-2003 [142]	0,0016	0,2	31-97 [143]	0,2	0,002
фенгексамід	2,0	605-2005 [144]	0,2	0,005	605-2005 [144]	0,004	0,65	604-2005 [145]	0,1	0,002
дифеноконазол	0,2	294-2001 [146]	0,1	0,001	294-2001 [146]	0,0008	0,3	6147-91 [147]	0,02	0,002
боскалід	1,5	484-2004 [148]	0,5	0,01	484-2004 [148]	0,008	0,4	453-2003 [149]	0,1	0,002
піраклостробін	1,0	484-2004 [148]	0,5	0,01	484-2004 [148]	0,008	0,6	453-2003 [149]	0,1	0,002
металаксил-М	0,5	138-99 [150]	0,25	0,01	138-99 [150]	0,008	0,05	206-2000 [151]	0,05	0,002
флуксапіроксад	0,7	1208-2012 [152]	0,25	0,01	1208-2012 [152]	0,008	0,3	1238-2013 [153]	0,1	0,002
хлорокис міді	0,5	4823-88 [154]	0,004	0,003	3865-85 [155]	0,001	3,0	4770.6:2007 [156, 157]	0,1	0,0003
гербіциди										
пендиметалін	0,5	2781-83 [158]	0,025	0,002	562-2005 [159]	0,0013	0,2	139-99 [160]	0,01	0,002
гліфосат	1,0	4379-87 [161]	0,25	0,01	231-2001 [162]	0,001	0,5	6123-91 [163, 164]	0,07	0,001
інсектициди										
спіродиклофен	0,2	970-2009 [165]	0,01	0,0007	970-2009 [165]	0,00056	0,4	1023-2010 [166]	0,02	0,001
абамектин	0,04	1106-2011 [167]	0,001	0,0002	1106-2011 [167]	0,00016	0,3	1108-2011 [168]	0,01	0,00005

Таблиця 2.4

Гігієнічні нормативи та межі визначення досліджуваних діючих речовин в повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, змивах з поверхні шкіри та нашивках із спецодягу працюючих

Діюча речовина	Повітря робочої зони			Атмосферне повітря			Змиви	Нашивки
	ОБРВ, мг/м ³	№ МВ	МКВ, мг/м ³	ОБРВ, мг/м ³	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/м ³	МКВ, мг	МКВ, мг
Фунгіциди								
дифеноконазол	0,2	№ 294-2001 [146]	0,1	0,001	№ 294-2001 [146]	0,0008	0,002	0,002
азоксистробін	1,0	№ 222-2000 [169]	0,0003	0,01	№ 222-2000 [169]	0,0003	0,002	0,002
пенконазол	0,8	№ 6124-91 [170]	0,0025	0,02	№ 377-2002 [171]	0,0016	0,0005	0,0005
металаксил-М	0,5	№ 138-99 [150]	0,25	0,01	№ 138-99 [150]	0,008	0,002	0,002
хлорокис міді	0,5	№ 4823-88 [154]	0,004	0,003	№ 3865-85 [155]	0,001	0,0003	0,0003
Гербіциди								
S-метолахлор	1,0	№ 168-99 [172]	0,5	0,02	№ 168-99 [172]	0,01	0,002	0,002
Інсектициди								
абамектин	0,04	№ 1106-2011 [167]	0,001	0,0002	№ 1106-2011 [167]	0,00016	0,00005	0,00005

Методичні рекомендації [138] передбачають розрахунок дози, що надходить в організм працівника інгаляційним та перкутанним шляхами. При цьому враховується тривалість роботи та використана сільськогосподарська техніка. У випадку результатів хімічного аналізу «не виявлено», для розрахунку МКВ ділили на 2 (тобто брали $\frac{1}{2}$ МКВ).

Для оцінки отриманих працюючими інгаляційних та перкутанних доз досліджуваних пестицидів були розраховані $ДД_{інг}$ та $ДД_{шк}$ для професійних контингентів, використавши формули вищевказаної методики на основі $ОБРВ_{п.р.з.}$ та $ДДД$ відповідно. При розрахунках показника $ДД_{шк}$ враховували вміст досліджуваних д.р. в змивах з поверхні шкіри та нашивках на спецодязі працюючих.

Для оцінки інгаляційного та перкутанного ризику шкідливого впливу досліджуваних д.р. на організм працівників були розраховані інгаляційна ($Д_{інг}$) та перкутанна ($Д_{шк}$) експозиційні дози за формулами методики [138].

Оскільки, серед препаратів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, є ті, що мають в своєму складі дві діючих речовини і вони можуть мати вплив на працівників одночасно, було проведено оцінку комбінованого ризику небезпечного впливу досліджуваних д.р.

Були проведені натурні дослідження у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Залишкові кількості д.р. препаратів у ґрунті визначили методами ГРХ, ВЕРХ та ААС (табл. 2.5).

Проби ґрунту відбирали відповідно до [173], а саме брали верхній шар ґрунту завтовшки 10 см із обробленої ділянки в першу годину після проведення обробки препаратом, а потім через різні терміни вегетації, залежно від культури до моменту збору урожаю. На основі результатів цих досліджень було здійснено математичне моделювання поведінки д.р. в ґрунті. Ми розраховували константи швидкості руйнації (k), періоди напівруйнації (T_{50}), руйнації на 95% (T_{95}), руйнації на 99% (T_{99}), які дозволяють зробити прогноз на перситетність (табл. 2.6) [174].

Таблиця 2.5

Гігієнічні нормативи та межі визначення досліджуваних діючих речовин в ґрунті (ОПГ)

Діюча речовина	ГДК/ОДК, мг/кг	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/кг
фунгіциди			
дифеноконазол	/0,3	6147-91 [147]	0,02
азоксистробін	/0,3	220-2000 [175]	0,01
пенконазол	/0,1	5009-89 [176]	0,005
металаксил-М	/0,05	206-2000 [151]	0,05
хлорокис міді	3,0/	ДСТУ 4770.6:2007 [156, 157]	0,1
гербіциди			
S-метолахлор	/0,02	795-2007 [177]	0,02
інсектициди			
абамектин	/0,3	1108-2011 [168]	0,01

Спеціалісти Агентства по захисту навколишнього середовища США (EPA) використовують у своїй роботі скринінг-модель SCI-GROW (скринінг концентрації в ґрунтових водах) [178, 179], щоб визначити потенційний ризик для довкілля та здоров'я людини при споживанні води, в якій можуть бути залишкові кількості пестицидів. SCI-GROW оцінка враховує:

- ✓ швидкість деградації речовини в ґрунті;
- ✓ коефіцієнт сорбції органічним вуглецем;
- ✓ норму витрати і кратність використання пестициду.

Даний показник вказує на максимально можливу концентрацію речовини (мг/л) в ґрунтових водах при нормі витрати 1 кг/га або 1 л/га. Одним із мінусів є те, що критеріїв оцінки даного показника не існує.

Розрахунок показника SCI-GROW здійснювали за допомогою програми SG2.3 [180]. За стабільністю та міграційною здатністю у ґрунті речовини класифікували згідно з класифікацією ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136].

Таблиця 2.6

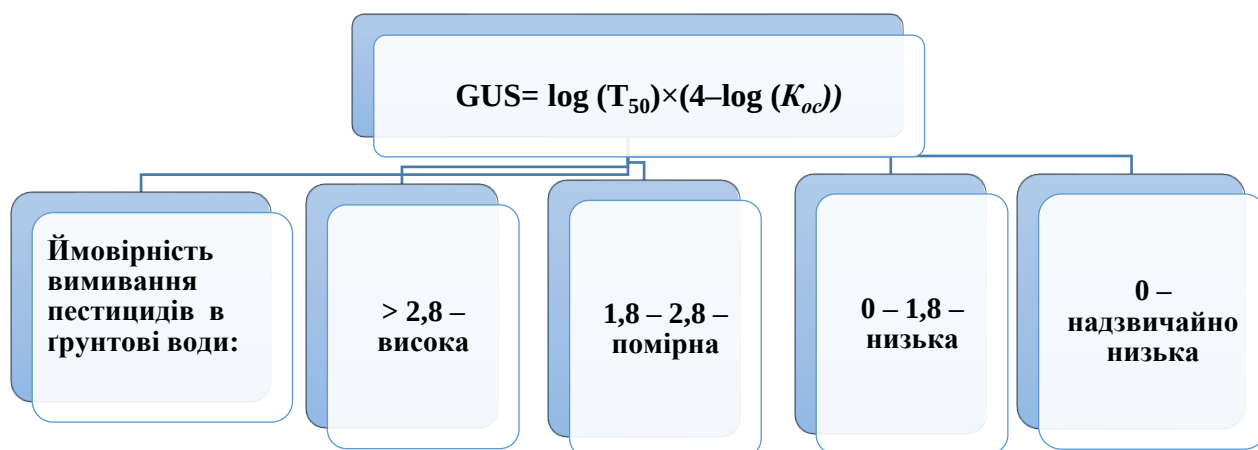
Рівняння для обчислення параметрів стійкості пестицидів у ґрунті

$M_t = M_0 \times e^{-kt}$ $\ln M_t = \ln M_0 - kt$	$-k = \frac{n \sum_{s=1}^n x_s y_s - \sum_{s=1}^n x_s \sum_{s=1}^n y_s}{n \sum_{s=1}^n x_s^2 - \left(\sum_{s=1}^n x_s \right)^2}$
➤ M_t – концентрація речовини в момент часу t , мг/кг	➤ n – кількість вимірювань;
➤ M_0 – вихідна концентрація речовини, мг/кг	➤ x – час після останньої обробки, доба;
➤ k – константа швидкості руйнації, доба ⁻¹	➤ y – натуральний логарифм концентрації пестициду у ґрунті в момент часу x .
➤ t – час після останньої обробки доба	

Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води проведено за показником GUS (індекс потенційного вимивання) розраховали за формулою, наведеною на рис. 2.1 [181, 182].

На наступному етапі нами було розраховано показники: максимально можливе добове надходження пестициду з водою (ММДНВ), допустиме добове надходження пестициду з водою (ДДНВ) та ризик негативного впливу на організм людини досліджуваних д.р. при їх вимиванні у воду (Р). Розрахунки проведені відповідно методики [183, 184].

Для оцінки потенційної небезпеки впливу пестицидів на організм людини при потраплянні в ґрунтові та поверхневі води використовували інтегральний показник небезпечності при потраплянні у воду (ПНВВ), який враховує LEACH (індекс потенційного вимивання), T_{50} у воді та ДДД за шкалою, яка передбачає чотири градації. Після додавання всіх отриманих балів визначали клас небезпечності [185].



Примітки: T_{50} – стійкість у ґрунті, діб, K_{oc} – коефіцієнт сорбції органічним вуглецем

Рис. 2.1 – Прогнозування поведінки досліджуваних фунгіцидів у системі «ґрунт – ґрунтові води» на показником GUS (індекс потенційного вимивання)

Наступний етап натурних досліджень був присвячений дослідженню вмісту аналізованих пестицидів в зразках ягід та плодів баштанних культур, зеленій масі рослин, а також свіжевижатому соку.

Визначення вмісту діючих речовин в зразках ягід та плодів баштанних культур виконано методами, зазначеними в (табл. 2.7).

Проведені натурні дослідження в різних ґрунтово-кліматичних областях України при натурних випробуваннях фунгіцидів Кітч, ВГ (д.р. ципродиніл, 375 г/кг, флудіоксоніл, 250 г/кг) на лохині, суниці, малині, ожині, Тринол, ВГ (д.р. фенгексамід, 500 г/кг) на суниці, Світч 62,5 WG, ВГ (д.р. ципродиніл, 375 г/кг + флудіоксоніл, 250 г/кг) на лохині, Сігнум, ВГ (д.р. боскалід, піраклостробін) на полуниці, Серкадіс Плюс, КС (д.р. дифеноконазол, 50 г/л, флуксапіроксад, 75 г/л) на кавунах, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ (д.р. металаксил-М, 20 г/кг + хлорокис міді, 141 г/кг) на кавунах, Юніформ 446 SE, SE (д.р. азоксистробін, 322 г/л + металаксил-М, 124 г/л) на кавунах, гербіцидів Стомп Аква, СК

Таблиця 2.7

Методи визначення вмісту діючих речовин в зразках ягід та плодів баштанних культур

Діюча речовина	Культура	МДР, кг/кг	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/кг	МВ, мг/кг	Метод
флудіоксоніл	суниця	0,04	740-2007 [186]	0,04	0,01	ВЕРХ
	суничний сік	-	740-2007 [186]	0,05	0,02	ВЕРХ
	лохина	0,1	1564-2018 [187]	0,1	0,03	ВЕРХ
	малина	-	-	-	-	-
	малиновий сік	-	-	-	-	-
	ожина	-	-	-	-	-
	ожиновий сік	-	-	-	-	-
ципродиніл	суниця	0,05	510-2004 [188]	0,05	0,02	ГРХ
	суничний сік	0,05	1781-2021 [189]	0,05	0,02	
	лохина	0,2	1575-2018 [190]	0,2	0,07	ГРХ
	малина	-	-	-	-	-
	малиновий сік	-	-	-	-	-
	ожина	-	-	-	-	-
	ожиновий сік	-	-	-	-	-
фенгексамід	суниця	0,1	602-2005 [191]	0,1	0,03	ВЕРХ
	суничний сік	0,1	602-2005 [191]	0,1	0,03	ВЕРХ
дифеноконазол	суниця	-	-	-	-	-
	суничний сік	-	-	-	-	-
	кавун	-	-	-	-	-
	диня	-	-	-	-	-
азоксистробін	суниця	-	-	-	-	-
	суничний сік	-	-	-	-	-
	кавун	0,2	1526-2018 [192]	0,1	0,03	ВЕРХ
боскалід	суниця	0,05	1535-2018 [193]	0,05	0,02	ВЕРХ
	суничний сік	0,05	1535-2018 [193]	0,05	0,02	ВЕРХ

Продовження табл. 2.7

Діюча речовина	Культура	МДР, кг/кг	№ МВ [Джерело]	МКВ, мг/кг	МВ, мг/кг	Метод
піраклостробін	суниця	0,05	1535-2018 [193]	0,05	0,02	ВЕРХ
	суничний сік	0,05	1535-2018 [193]	0,05	0,02	ВЕРХ
пенконазол	суниця	0,005*	5009-89 [176]	0,005	0,002	ГРХ
	чорна смородина	0,05*	200-2000 [194]	0,05	0,02	ГРХ
	кавун	0,1	5009-89 [176]	0,005	0,002	ГРХ
	диня	0,2	5009-89 [176]	0,005	0,002	ГРХ
металаксил-М	кавун	-	-	-	-	-
флуксапіроксад	кавун	-	-	-	-	-
хлорокис міді	кавун	5,0	ДСТУ 7670:2014 [195] ГОСТ 30178-96 [196]	0,5	0,2	ААС
	диня	5,0	ДСТУ 7670:2014 [195] ГОСТ 30178-96 [196]	0,5	0,2	ААС
	суниця	5,0	ДСТУ 7670:2014 [195] ГОСТ 30178-96 [196]	0,5	0,2	ААС
	лохина	5,0	ДСТУ 7670:2014 [195] ГОСТ 30178-96 [196]	0,5	0,2	ААС
	малина	2,0	ДСТУ 7670:2014 [195] ГОСТ 30178-96 [196]	0,5	0,2	ААС
пендиметалін	суниця	-	-	-	-	-
	суничний сік	-	-	-	-	-
S-метолахлор	кавун	0,04	2139-80 [197]	0,02	0,007	ГРХ
гліфосат	кавун	0,3	[198]	0,1	0,03	ВЕРХ
спіродиклофен	суниця	0,02	1420-2015 [199]	0,02	0,007	ВЕРХ
	суничний сік	-	1421-2015 [200].	0,02	0,007	ВЕРХ
абамектин	суниця	0,02	1109-2011 [201]	0,005	0,002	ВЕРХ

Примітка: «-» - відсутній норматив та/або метод кількісного визначення.

(д.р. пендиметалін, 455 г/л) на суниці, Герболекс (гліфосат, 485 г/л у вигляді ізопропіламінної солі) на кавунах, інсектицидів Протект SC, КС (д.р. спіродиклофен), Вертімек 018 ЕС, КЕ (д.р. абамектин, 18 г/л) на суниці в АПС. Виконано натурні дослідження при передпосівній обробці насіння кавунів препаратами Апрон XL 350 ES, ТН (д.р. металаксил-М, 350 г/л), Максим 480 FS, ТН (д.р. флудіоксоніл, 480 г/л) з подальшим дослідженням кавунів. Натурні дослідження також виконано в умовах ОПГ при застосуванні фунгіцидів Топаз, КЕ (д.р. пенконазол, 100 г/л) на чорній смородині, Амістар Голд 250 SC, КС (д.р. азоксистробін, 125 г/л + дифеноконазол, 125 г/л), гербіциду Дуал Голд (S-метолахлор, 960 г/л) на кавунах, інсектициду Вертімек 018 ЕС, КЕ (д.р. абамектин, 18 г/л) на суниці.

Проби всіх досліджуваних об'єктів були відібрані і доставлені в лабораторію згідно з [173]. Вивчення вмісту залишкових кількостей д.р. в ягідних та баштанних культурах проводили відповідно до [202].

Відбір проб здійснювали починаючи від першої години після обробки та через встановлені терміни (3, 7, 14, 21, 28 діб та ін.) протягом усього вегетаційного періоду. Останнім днем відбору був збір врожаю. Щоб здійснити порівняльний аналіз, на необроблених ділянках, відібрали контрольні проби ґрунту, зеленої маси рослин та ягід.

Умови застосування досліджуваних препаратів, які рекомендовані для обробки ягідних та баштанних культур в АПС наведені в табл. 2.8, в ОПГ – в табл. 2.9.

Оцінку ризику для населення при споживанні ягід виконано за показниками ППНВХП, а також оцінено комбінований ризик при використанні комбінованих пестицидних формуляцій на ягідних та баштанних культурах [203, 204].

Таблиця 2.8

Умови застосування препаратів рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур
(АПС)

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Кітч				
1.	лохина Сорт Нортскі (Northsky)	22.06. 10.07.	1,0 кг/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
2.				
3.				
4.				
5.	суниця Сорт Нобль Лакстона	04.05. 22.05.	1,0 кг/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
6.				
7.				
8.				
9.	малина Сорт Аборіген	11.05. 29.05.	1,0 кг/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
10.				
11.				
12.				
13.	ожина Сорт Лох Мері	18.05. 05.06.	1,0 кг/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
14.				
15.				
16.				

Продовження табл. 2.8

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Тринол				
17.	суниця (сорт «Нобль Лакстона»)	04.05. 22.05.	1,5 кг/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
18.				
19.				
20.				
Світч				
21.	лохина	16.06. (2-га обробка)	1,0 кг/га двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
22.				
23.				
24.				
Сігнум				
25.	полуниця (сорт «Хоней»)	6.05. 22.05.	1,5 кг/га, двократно	Одеська обл., Овідіопольський р-н, с. Петродолинське, СТОВ "АГРОФІРМА ПЕТРОДОЛИНСЬКЕ"
26.				
27.				
28.				
Серкадіс Плюс				
29.	кавун (сорт «Продюсер»)	22.06. 06.07. 18.07.	1,0 л/га трикратно	Одеська обл., Біляївський р.-н, ФГ «Вадим Цой»
30.				
31.				
32.				

Продовження табл. 2.8

№ ділянок	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Ридоміл Голд				
33.	кавун	03.06. 18.06.	5,0 кг/га , двократно	Київська обл., Бориспільський р-н, с. Любарці, ФГ «Агротехлаб»
34.				
35.				
36.				
37.	кавун	03.06. 18.06.	5,0 кг/га , двократно	Херсонська обл., Олешківський р-н, с.Привітне, ДПДГ «Брилівське»
38.				
39.				
40.				
41.	кавун	03.06. 18.06.	5,0 кг/га , двократно	Запорізька обл., м. Кам'янка-Дніпровська ДП «Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція»
42.				
43.				
44.				
Стомп Аква				
45.	суниця (сорт «Джолі»)	04.04. 06.06.	3,5 двократно	Одеська обл., Біляївський р.-н, ФГ «Пан Білан»
46.				
47.				
48.				
49.	суниця (сорт «Монтерей»)	15.04. 28.07.	3,5 двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
50.				
51.				
52.				

Продовження табл. 2.8

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Герболекс				
53.	Кавун	25.05.	2,0 – 8,0 л/га, однократно	Київська область, Броварський район, с. Гоголів (фермерське господарство «РДТ»)
54.				
55.				
56.				
Протект				
57.	суниця (сорт «Хоней»)	13.06.	0,6 л/га, однократно	Інституті агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України, м. Київ
58.				
59.				
60.				
Вертімек				
61.	суниця	08.05.	1,0 л/га, двократно	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
62.				
63.				
64.				
Юніформ				
65.	кавун	27.06. (3-тя обробка).	1,5 л/га (0,5 л/га, трикратно)	Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова, ННЦ ІМЕСГ НААН України
66.				
67.				
68.				

Продовження табл. 2.8

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Апрон				
69.	кавун	23.05.	100 мл/100 кг насіння	ННЦ ІМЕСГ НААН України Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова
70.				
71.				
72.				
Максим				
73.	кавун	23.05.	100 мл/100 кг насіння	ННЦ ІМЕСГ НААН України Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова
74.				
75.				
76.				

Таблиця 2.9

Умови застосування препаратів рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур в ОПГ

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
Амістар Голд				
77.	суниця	19.04. 08.05.	12 мл/100м ² , двократно	Київська обл., Сквирський р-н, село Пустоварівка, ТОВ "АГРОФІРМА "КОЛОС"
78.				
79.				
80.				
81.	суниця	25.04. 15.05.	12 мл/100м ² , двократно	Хмельницька обл., Хмельницький р-н, село Копачівка, СТОВ "ІМ.ШЕВЧЕНКА"
82.				
83.				
84.				
85.	суниця	26.04. 16.05.	12 мл/100м ² , двократно	Черкаська обл., м. Черкаси, ПГ «Порецький»
86.				
87.				
88.				
Топаз				
89.	чорна смородина	05.05. 13.05.	15 мл/100м ² , двократно	Київська обл., Васильківський р-н, Ксаверівське відділення дослідного господарства «Саливонківське»
90.				
91.				
92.				

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
93.	чорна смородина	06.05.	15 мл/100м², чотирикратно	Київська обл., Васильківський р-н, Ксаверівське відділення дослідного господарства «Саливонківське»
94.		15.05.		
95.		23.05.		
96.		05.06.		
97.	чорна смородина	30.04.	15 мл/100м², чотирикратно	Вінницька обл., Калинівський р-н., Уладоволюлінецька дослідно-селекційна станція
98.		15.05.		
99.		25.05.		
100.		05.06.		
101.	чорна смородина	28.04.	15 мл/100м², чотирикратно	Полтавська обл., Семенівський р-н, Веселоподолянська дослідно-селекційна станція
102.		12.05.		
103.		20.05.		
104.		01.06.		
Дуал Голд				
105.	кавуни	20.04.	1,6 л/га однократно	Київська обл., Миронівський р.-н, с. Козин на базі ФГ «Україна»
106.				
107.				
108.				
Вертімек				
109.	суниця	08.05. (2-га обробка)	10 мл/5л води/100 м² двократно	ННЦ ІМЕСГ НААН України Київська обл., Фастівський р-н, смт. Борова
110.				
111.				
112.				

Розрахунки проводили на персональному комп'ютері з використанням програми Excel 2013 р. Статистичну обробку результатів провели в програмі - авторський пакет MedStat v. 5.2 [205], EZR v. 1.55 [206]. При проведенні розподілу значень $KVD_{інг.}$ та $KVD_{дерм.}$ діючих речовин та препаратів на їх основі використали критерій Шапіро-Уїлка. Розподіл відрізняється від нормального на рівні значимості $p \geq 0,1$. Тому дані представлені через медіану (Me) та міжквартильний інтервал Q_I - Q_{III} . Для представлення результатів у випадку кількісних ознак розраховано середнє значення показника та стандартну похибку ($\pm m$). Для проведення порівняння показника у двох групах використано критерій Стюдента для незалежних вибірок. Критичний рівень значущості $p > 0,05$.

РОЗДІЛ 3

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ, РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯГІДНИХ ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР

3.1 Токсиколого-гігієнічна оцінка препаратів та їх діючих речовин, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах

Проведений аналіз параметрів токсикометрії досліджуваних груп пестицидів дозволив встановити класи їх небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136]. Виявлено, що більшість фунгіцидів за параметрами гострої пероральної токсичності належать до IV класу, за винятком металаксилу-М та препаратів на його основі Амістар Голд, Юніформ і Апрон, які належать до III класу небезпечності. Усі аналізовані гербіциди (препарати та їх д.р.) малонебезпечні (IV клас) при пероральному надходженні. Інсектицидний препарат Протект та його діюча речовина віднесені до IV класу небезпечності, д.р. абамектин – I класу, препарат на його основі – III класу небезпечності (табл. 3.1).

Аналіз параметрів токсикометрії при дермальному впливі показав, що більшість фунгіцидів також належать до IV класу, крім д.р. металаксилу-М, пенконазолу та препараті Амістар Голд, Топаз, Кітч, які належали до III класу небезпечності. Усі аналізовані гербіциди (препарати та їх д.р.) належать до малонебезпечних (IV клас) при дермальному надходженні. Аналізований інсектицид Вертімек та д.р. абамектин і спіродиклофен також є малонебезпечними при дермальному впливі, крім препарату Протект, який належить до помірно небезпечних (III клас небезпечності) пестицидів (табл. 3.1).

Аналіз гострої інгаляційної токсичності досліджуваних фунгіцидів показав, що більшість з них є небезпечними (II клас), крім д.р. флуксапіроксаду,

Таблиця 3.1

Класифікація пестицидів за параметрами гострої токсичності пестицидних формуляцій та їх діючих речовин
відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136]

Препарат	Діюча речовина	Гостра токсичність:												Подразнююча дія на:								Сенсибілізуюча дія				Інтегральний клас
		пероральна				дермальна				інгаляційна				шкіру				слизові оболонки очей								
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Фунгіциди																										
Кітч, ВГ	флудіоксоніл ципродиніл				•			•				•					•			•				•	III	
					•				•		•						•			•				•	II	
					•				•		•						•				•				•	II
Тринол, ВГ	фенгексамід				•				•			•				•			•				•	III		
					•				•		•						•			•				•	II	
Світч 62,5 WG, ВГ	ципродиніл флудіоксоніл				•				•			•					•			•				•	II	
					•				•		•						•				•				•	II
					•				•		•						•			•					•	II
Сігнум, ВГ	боскалід піраклостробін				•				•			•					•			•				•	III	
					•				•			•				•				•			•		III	
					•				•		•						•			•					•	II

Продовження табл. 3.1

Препарат	Діюча речовина	Гостра токсичність:												Подразнююча дія на:								Сенсибілізуюча дія				Інтегральний клас
		пероральна				дермальна				інгаляційна				шкіру				слизові оболонки очей								
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Серкадіс Плюс, КС				•				•		•					•				•					•	II	
	дифеноконазол				•				•		•				•						•				•	II
	флуксапіроксад				•				•			•				•				•					•	III
Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ				•				•		•*					•				•					•	II	
	металаксил-М			•				•		•						•	•							•	II	
	хлорокис міді				•				•		•						•			•				•	II	
Амістар Голд 250 SC, КС			•				•			•						•			•					•	II	
	азоксистробін				•				•		•				•				•					•	II	
	дифеноконазол				•				•		•			•						•				•	II	
Топаз, КЕ				•			•			•						•			•					•	II	
	пенконазол				•			•		•						•				•				•	II	
Апрон XL 350 ES, ТН			•					•			•					•			•					•	III	
	металаксил-М			•				•		•						•	•							•	II	
Максим 480 FS, ТН				•				•		•*						•			•					•	II	
	флудіоксоніл				•				•		•					•			•					•	II	

Продовження табл. 3.1

Препарат	Діюча речовина	Гостра токсичність:												Подразнююча дія на:								Сенсибілізуюча дія				Інтегральний клас	
		пероральна				дермальна				інгаляційна				шкіру				слизові оболонки очей									
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
Юніформ 446 SE, CE				•				•		•						•		•						•	II		
азоксистробін					•			•		•						•			•					•	II		
металаксил-М				•				•		•							•	•						•	II		
Гербициди																											
Стомп Аква, СК					•				•			•					•				•				•	III	
пендиметалін					•				•		•						•			•					•	II	
Герболекс в.р.					•				•		•*						•			•					•	II	
гліфосат					•				•		•						•		•						•	II	
Дуал Голд 960 ЕС, KE					•				•		•						•				•				•	II	
S-метолахлор					•				•		•						•			•					•	II	
Інсектициди																											
Протект SC, KC					•			•			•						•				•				•	II	
спіродиклофен					•				•			•					•				•		•			III	
Вертімек 018 ЕС, KE				•					•			•					•			•					•	III	
абамектин		•							•	•							•			•					•	I	

Примітка: «*» - клас небезпечності встановлено по діючій речовині

боскаліду, препаратів Кітч, Тринол, Сігнум, Апрон, які є помірно небезпечними (III клас). Всі гербіциди при інгаляційному впливі є небезпечними, за винятком препарату Стомп Аква, який належить до III класу небезпечності (помірно небезпечний). Інсектицид Протект є пестицидом II класу при інгаляційному впливі, Вертімек, I д.р. спіродиклофен – III класу, д.р. абамектин – I класу небезпечності (табл. 3.1).

Аналізовані фунгіциди не подразнюють шкіру (IV клас небезпечності), за винятком препаратів Юніформ, Тринол, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд та д.р. азоксистробін, боскалід, піраклостробін, флуксапіроксад – слабо подразнюють шкіру (III клас небезпечності), дифеноконазол – помірно подразнює шкіру (II клас небезпечності). Для досліджуваних гербіцидів та інсектицидів не притаманна подразнююча дія на шкіру.

Серед фунгіцидів виражений подразнюючий ефект на слизові оболонки очей має металаксил-М (I клас небезпечності), помірно подразнює – препарат Юніформ (II клас), не подразнюють – д.р. ципродиніл, фенгексамід, боскалід, дифеноконазол, мідь, пенконазол і препарат Максим (IV клас), усі інші д.р. і фунгіцидні препарати – слабо подразнюють слизові оболонки очей (III клас небезпечності). Серед гербіцидів препарати Стомп Аква і Дуал Голд не подразнюють слизові оболонки очей (IV клас небезпечності), д.р. гліфосат є помірним подразником (II клас небезпечності), пендиметалін, S-метолахлор і препарат Герболекс – слабо подразнюють слизові оболонки (III клас). Інсектицид Протект і його д.р. – не подразнюють слизові оболонки (IV клас небезпечності), Вертімек і його діюча речовина – слабо подразнюють слизові оболонки (III клас).

Для усіх фунгіцидів не притаманна алергенна дія (IV клас небезпечності), за винятком д.р. боскалід – слабкий алерген (III клас). Усі аналізовані гербіциди не мають сенсibiliзуючих властивостей і віднесені до IV класу небезпечності. Усі досліджувані інсектициди та їх д.р. також не мають сенсibiliзуючих властивостей (IV клас небезпечності), крім спіродиклофену, який належить до II класу небезпечності за цим ефектом (помірний алерген).

Отже проведений аналіз параметрів гострої токсичності досліджуваних пестицидів та їх діючих речовин дозволив встановити, що більшість фунгіцидних препаратів та їх д.р. належить до II класу небезпечності, крім препаратів Кітч, Тринол, Сігнум та д.р. боскалід, що належать до III класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Аналізовані формуляції гербіцидів та їх д.р. також, у більшості випадків, є пестицидами II класу небезпечності, за винятком препарату Стомп Аква, який є помірно небезпечним (III клас небезпечності) (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Досліджуваний інсектицид Вертімек і д.р. спіродиклофен належать до II класу небезпечності, препарат Протект – II класу, д.р. абамектин – I класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність).

Аналіз віддалених ефектів дії досліджуваних д.р. показав відсутність вибіркової нейротоксичності в гострому та субхронічному експериментах на щурах (IV клас небезпечності).

Досліджувані пестициди не мають генотоксичного потенціалу в достатньому наборі тестів (3 *in vitro* та 2 *in vivo*) і за мутагенною активністю можуть бути віднесені до IV класу небезпечності.

За канцерогенною активністю більшість пестицидів належать до IV класу небезпечності, флуксапіроксад, пендиметалін – до III класу небезпечності, дифеноконазол – ймовірний канцероген для людини (II клас небезпечності). Тератогенних та ембріотоксичних ефектів дії у досліджуваних д.р. не виявили.

Досліджувані групи пестицидів не проявляли вибіркової репродуктивної токсичності і за цим ефектом можна віднести до IV класу небезпечності.

Таким чином, віддалені ефекти дії досліджуваних д.р. не є лімітуючими при встановленні інтегрального класу небезпечності.

3.2 Оцінка ризику для населення за показником ДДД та доцільність моніторингових досліджень за даним критерієм

Згідно рекомендацій [207, 208, 209] серед критеріїв, які слід використовувати для проведення моніторингових досліджень різних груп пестицидів є показники токсикологічної небезпечності (клас небезпечності, величина ДДД, вплив на щитоподібну залозу, як орган мішень). Рекомендовано виконувати моніторингові дослідження у повітрі, воді, ґрунті, харчових продуктах, за умови, якщо речовина належить до I-II класу небезпечності і величина ДДД менше 0,01 мг/кг м.т., а також враховувати ступінь впливу пестициду на щитоподібну залозу. Кожний критерій оцінюється в балах і за сумою балів приймається рішення що до доцільності виконання моніторингу пестицидів у тому чи іншому середовищі.

Згідно ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 (з доповненнями) та наказу МОЗ України № 55 від 10.02.2016 р. (із змінами) [131, 132] для досліджуваних д.р. на території України затверджено величини ДДД, визначено їх інтегральні класи небезпечності та ймовірність їх впливу на щитоподібну залозу і, відповідно до результатів оцінки присвоювали бали (табл. 3.2).

В результаті аналізу потенційних біомаркерів впливу пенконазолу на ендокринну систему на моделі *in vitro* виявлено набір генів, залучених до розвитку раку щитовидної залози, що підтверджує роль пенконазолу в опосередкованих ефектах на ендокринної системи, вказуючи на можливу індукцію канцерогенезу щитоподібної залози. Результати досліджень показують, що тривалий вплив пендиметаліну може змінити функцію щитоподібної залози серед чоловіків, які застосовують пестициди [210, 211, 212]. Дослідження впливу гліфосату на клітини щитоподібної залози *in vitro* підтвердило несприятливий вплив на культивовані її клітини. Гліфосат знижує життєздатність і проліферацію клітин [213]. Дослідження впливу S-метолахлору та двох його метаболітів, метолахлороксанілової кислоти (MOA) і метолахлоретансульфонової кислоти (MESA) на розвиток ембріонів рибок показали, що наявні порушення системи щитоподібної залози 214.

Таблиця 3.2

Показники токсикологічної небезпечності досліджуваних пестицидів

Діюча речовина	ADI, мг/кг	ДДД, мг/кг	Бали	Клас небезпечності	Бали	Вплив на щитоподібну залозу як орган-мішень	Бали	Сума балів	Джерело літератури
флудіоксоніл	0,37	0,015	2	II	3	не впливає	1	6	[64, 131, 132]
ципродиніл	0,03	0,03	1	II	3	не впливає	1	5	[70, 131, 132]
фенгексамід	0,2	0,18	1	II	3	не впливає	1	5	[75, 131, 132]
боскалід	0,04	0,04	1	III	2	не впливає	1	4	[80, 131, 132]
піраклостробін	0,03	0,03	1	II	3	не впливає	1	5	[83, 131, 132]
дифеноконазол	0,01	0,002	4	II	3	не впливає	1	8	[88, 131, 132]
флуксапіроксад	0,02	0,02	2	III	2	не впливає	1	5	[91, 131, 132]
металаксил-М	0,08	0,03	1	II	3	не впливає	1	5	[95, 131, 132]
хлорокис міді	0,15	0,05 (по міді)	1	II	3	слабкий ефект	2	6	[97, 131, 132]
азоксистробін	0,2	0,03	1	II	3	не впливає	1	5	[102, 131, 132]
пенконазол	0,03	0,007	2	II	3	виражений ефект	3	8	[105, 131, 132]
пендиметалін	0,125	0,008	2	II	3	виражений ефект	3	8	[109, 131, 132]
гліфосат	0,5	0,01	2	II	3	слабкий ефект	2	7	[112, 131, 132]
S-метолахлор	0,1	0,01	2	II	3	слабкий ефект	2	7	[116, 131, 132]
спіродиклофен	0,0015	0,001	4	III	2	не впливає	1	7	[119, 131, 132]
абамектин	0,0012	0,0002	4	I	4	не впливає	1	9	[122, 131, 132]

Проведений аналіз токсикологічної небезпечності досліджуваних пестицидів показав, що в першу чергу слід звернути увагу на сполуки, які мають сумарний бал 7-9 і, відповідно, з урахування інших критеріїв (стійкість у об'єктах довкілля та ін.) потребують виконання моніторингових досліджень. До таких сполук належать фунгіциди класу триазоли – пенконазол, дифеноконазол, інсектициди спіродиклофен та абамектин, гербіциди – S-метолахлор, гліфосат.

Результати оцінки токсикологічних параметрів є лише першим етапом оцінки ризику небезпечного впливу досліджуваних пестицидів для населення.

Висновки до розділу 3

1. Показано, що більшість фунгіцидних препаратів та їх д.р. належить до II класу небезпечності, крім препаратів Кітч, Тринол, Сігнум та д.р. боскалід, що належать до III класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Аналізовані формуляції гербіцидів та їх д.р. також у більшості випадків є пестицидами II класу небезпечності, за винятком препарату Стомп Аква, який є помірно небезпечним (III клас небезпечності) (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Досліджуваний інсектицид Вертімек і д.р. спіродиклофен належать до II класу небезпечності, препарат Протект – II класу, д.р. абамектин – I класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність).

2. Аналіз подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки очей піддослідних тварин показав, що фунгіцидна д.р. металаксил-М має виражений подразнюючий ефект на слизові оболонки очей (I клас небезпечності), помірно подразнює препарат Юніформ (II клас), не подразнюють – д.р. ципродиніл, фенгексамід, боскалід, дифеноконазол, мідь, пенконазол і препарат Максим (IV клас), усі інші д.р. і фунгіцидні препарати – слабо подразнюють слизові оболонки очей (III клас небезпечності). Серед гербіцидів препарати Стомп Аква і Дуал Голд не подразнюють слизові оболонки очей (IV клас небезпечності), д.р. гліфосат є помірним подразником (II клас небезпечності), пендиметалін, S-метолахлор і препарат Герболекс – слабо подразнюють слизові оболонки (III

клас). Інсектицид Протект і його д.р. – не подразнюють слизові оболонки (IV клас небезпечності), Вертімек і його діюча речовина – слабо подразнюють слизові оболонки (III клас).

3. Встановлено лімітуючі критерії при аналізі класу небезпечності досліджуваних пестицидів і виявлено, що віддалені ефекти дії досліджуваних д.р. не є лімітуючими при встановленні інтегрального класу небезпечності.

4. Враховуючи клас небезпечності пестицидів, величину їх ДДД, наявного впливу на щитоподібну залозу, як критеріїв токсикологічної небезпечності пестицидів, виділено найбільш небезпечні пестициди: фунгіциди класу триазоли – пенконазол, дифеноконазол, інсектициди спіродиклофен та абамектин, гербіциди S-метолахлор, гліфосат, що слід враховувати при прийнятті рішення необхідності проведення моніторингових досліджень.

Наведена в розділі інформація висвітлена в таких публікаціях – [133, 134].

РОЗДІЛ 4

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОНТИНГЕНТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПЕСТИЦИДІВ НА БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУРАХ

4.1 Прогнозування можливості виникнення гострих токсичних ефектів у працівників при роботі з пестицидами на ягідних та баштанних культурах

Для оцінки можливості виникнення гострих отруєнь у працівників, які застосовують систему хімічного захисту ягідних та баштанних культур, враховували фізико-хімічні властивості та норми витрат діючих речовин (д.р. фунгіцидів: ципродиніл, флудіоксоніл, фенгексамід, азоксистробін, дифеноконазол, боскалід, піраклостробін, пенконазол, металаксил-М, флуксапіроксад, хлорокис міді; гербіцидів: пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат; інсектицидів: спіродиклофен, абамектин), які входять до складу досліджуваних пестицидних препаратів (фунгіцидів Кітч, Тринол, Амістар Голд, Світч, Сігнум, Топаз, Апрон, Максим, Юніформ, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, гербіцидів Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс, інсектицидів Протект, Вертімек). Дані про фізико-хімічні властивості та параметри токсикометрії діючих речовин отримано з бази Pesticides Properties DataBase [135] та наведені в (табл. 4.1).

Результати розрахунків можливості виникнення гострих токсичних ефектів наведено в табл. 4.2-4.3. Всі досліджувані фунгіциди з урахуванням фізико-хімічних властивостей та інгаляційної токсичності мали значення КМІО (табл. 4.2.) від $1,84 \times 10^{-15}$ до $1,65 \times 10^{-4}$. Дані величини КМІО свідчать, що усі досліджувані пестициди є малонебезпечними – 4 клас небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136].

Всі досліджувані інсектициди та гербіциди мали значення КМІО (табл. 4.2) менше 0,5, отже вони відносяться до 4 класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136].

Таблиця 4.1

Загальна інформація щодо фізико-хімічних властивостей пестицидів

Діюча речовина	Назва препарату	Тиск пари, мм рт.ст.	Молеку- лярна маса	Леткість, мг/м ³
ципродиніл	Кітч	$3,83 \times 10^{-06}$	225,29	$4,71 \times 10^{-02}$
	Світч			
флудіоксоніл	Кітч	$2,93 \times 10^{-09}$	248,19	$3,96 \times 10^{-05}$
	Світч			
фенгексамід	Тринол	$3,00 \times 10^{-09}$	302,2	$4,95 \times 10^{-05}$
азоксистробін	Амістар Голд	$8,25 \times 10^{-13}$	403,4	$1,82 \times 10^{-08}$
	Юніформ			
дифеноконазол	Амістар Голд	$2,48 \times 10^{-10}$	406,26	$5,49 \times 10^{-06}$
	Серкадіс Плюс			
боскалід	Сігнум	$5,40 \times 10^{-09}$	343,21	$1,01 \times 10^{-04}$
піраклостробін	Сігнум	$1,95 \times 10^{-10}$	387,82	$4,13 \times 10^{-06}$
пенконазол	Топаз	$2,75 \times 10^{-06}$	284,18	$4,26 \times 10^{-02}$
металаксил-М	Юніформ	$2,48 \times 10^{-05}$	279,33	$3,78 \times 10^{-01}$
	Ридоміл Голд			
флуксапіроксад	Серкадіс Плюс	$2,03 \times 10^{-11}$	381,31	$4,22 \times 10^{-07}$
хлорокис міді	Ридоміл Голд	$7,50 \times 10^{-16}$	134,45	$5,51 \times 10^{-12}$
пендиметалін	Стомп Аква	$2,51 \times 10^{-05}$	281,31	$3,85 \times 10^{-01}$
S-метолахлор	Дуал Голд	$2,78 \times 10^{-05}$	283,79	$4,30 \times 10^{-01}$
спіродиклофен	Протект	$2,25 \times 10^{-09}$	411,32	$5,05 \times 10^{-05}$
гліфосат	Герболекс	$9,83 \times 10^{-08}$	169,1	$9,07 \times 10^{-04}$
абамектин	Вермітек	$2,78 \times 10^{-08}$	866,6	$1,31 \times 10^{-03}$

Розраховані величини КВД_{інг.} та КВД_{дерм.} для досліджуваних діючих речовин фунгіцидів: флудіоксонілу, дифеноконазолу, боскаліду, пенконазолу, металаксилу-М, флуксапіроксаду становлять більше 100, що свідчить про достатньо високу вибірковість їх дії при вдиханні працівниками в процесі обробки ягідних та баштанних культур на різних етапах вегетації і при потенційному потраплянні через шкіру робітників. КВД_{дерм.} ципродинілу,

фенгексаміду, азоксистробіну, піраклостробіну та хлорокису міді також більше 100, а КВД_{інг.} знаходиться в діапазоні 14,11 – 68,32, що свідчить про відносно високу ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при потраплянні їх через органи дихання.

Таблиця 4.2

Результати обчислень коефіцієнтів вибіркості дії пестицидів при
дермальному та інгаляційному надходженні

Діюча речовина	Назва препарату	КМІО	Максимальна норма витрати д.р, кг/га	КВД _{інг.}	КВД _{дерм.}
Фунгіциди					
ципродиніл	Кітч	3,92×10 ⁻⁰⁵	0,375	31,60	329,22
	Світч				
флудіоксоніл	Кітч	1,52×10 ⁻⁰⁸	0,25	102,72	493,83
	Світч		0,48	53,47	257,07
	Максим				
фенгексамід	Тринол	9,78×10 ⁻⁰⁹	0,75	66,63	411,52
азоксистробін	Амістар Голд	2,63×10 ⁻¹¹	0,15	45,43	823,05
	Юніформ		0,483	14,11	255,60
дифеноконазол	Амістар Голд	1,66×10 ⁻⁰⁹	0,15	217,28	827,16
	Серкадіс Плюс		0,05	651,85	2481,48
боскалід	Сігнум	1,51×10 ⁻⁰⁸	0,333	198,72	370,74
піраклостробін	Сігнум	7,12×10 ⁻⁰⁹	0,08385	68,32	1472,35
пенконазол	Топаз	1,05×10 ⁻⁰⁵	0,04	1000,0	4629,63
металаксил-М	Юніформ	1,65×10 ⁻⁰⁴	0,186	121,60	663,75
	Ридоміл Голд		0,1	226,17	1234,57
	Апрон		0,35	64,90	352,70
флуксапіроксад	Серкадіс Плюс	7,94×10 ⁻¹¹	0,075	699,26	1646,09
хлорокис міді	Ридоміл Голд	1,84×10 ⁻¹⁵	0,705	42,03	350,23
Гербіциди					
пендиметалін	Стомп Аква	6,04×10 ⁻⁰⁵	1,59	39,57	194,11
S-метолахлор	Дуал Голд	1,48×10 ⁻⁰⁴	3,88	7,41	31,82
гліфосат	Герболекс	1,81×10 ⁻⁰⁷	3,88	12,73	31,82
Інсектициди					
спіродиклофен	Протект	1,00×10 ⁻⁰⁸	0,144	344,99	857,34
абамектин	Вертімек	2,57×10 ⁻⁰⁵	0,018	27,98	6858,71
Me (Q _I -Q _{III}), n=21				68,32 (31,6 – 217,28)	493,83 (329,22 – 1234,57)

КВД_{інг.} та КВД_{дерм.} досліджуваних діючих речовин гербіцидів становить від 7,41 до 39,57, що свідчить про низьку вибіркковість дії. Виключенням є КВД_{дерм.} пендиметаліну – 194,4, який свідчить про відносну безпечність при застосуванні препарату Стомп Аква, СК на його основі.

КВД_{інг.} та КВД_{дерм.} досліджуваних діючих речовин інсектицидів більше 100, що свідчить про достатньо високу вибіркковість дії. Виключенням є КВД_{інг.} абамектину – 27,98, який засвідчує низьку вибіркковість його дії при інгаляційному надходженні.

Також нами було проведено оцінку можливості виникнення гострих токсичних ефектів при застосуванні препаративних форм в системі хімічного захисту ягідних та баштанних культур (табл. 4.3).

Встановлено, що за величиною КВД_{інг.} всі досліджувані препарати володіють достатньою вибіркковістю дії при інгаляційному надходженні. За величиною КВД_{дерм.} препарати Тринол, Сігнум, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс володіють низькою вибіркковістю при потраплянні через шкіру, всі інші пестициди мають достатню вибіркковість дії.

Нами було встановлено, що при інгаляційному шляху надходження найбільш небезпечними є наступні діючі речовини: азоксистробін, ципродиніл, фенгексамід, піраклостробін, хлорокис міді, пендиметалін, S-метолахлор, гліфосат, абамектин, а найменш небезпечними є пенконазол, флуксапіроксад, дифеноконазол. Найбільша ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при дермальному шляху надходження виявлена для д.р. S-метолахлор та гліфосат, а найменша – для д.р. абамектин, пенконазол, дифеноконазол, флуксапіроксад.

При потраплянні всіх досліджуваних препаратів через дихальні шляхи можливість виникнення гострих токсичних ефектів у працівників сільського господарства є низькою. Проте, нами виявлено, що є достатньо висока ймовірність виникнення даних ефектів при потраплянні на шкіру працівників препаратів Тринол, Сігнум, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс.

Отримані результати свідчать, що необхідно використовувати засоби індивідуального захисту при роботі з досліджуваними пестицидами та розробляти регламенти їх безпечного застосування.

Таблиця 4.3

Результати обчислень коефіцієнтів вибіркової дії препаративних форм при дермальному та інгаляційному надходженні

Назва препарату	Максимальна норма витрати препарату, кг(л)/га	$LK_{50\text{інг.}}^3$, мг/м ³	LD_{50} дерм., мг/кг	КВД _{інг.}	КВД _{дерм.}
Фунгіциди					
Кітч	1,0	5000	2000	4938,27	123,46
Тринол	1,5	5000	2000	3292,18	82,30
Амістар Голд	1,2	1010	2000	831,28	102,88
Світч	1,0	2510	2000	2479,01	123,46
Сігнум	1,5	5600	2000	3687,24	82,30
Топаз	0,4	4183	3000	10328,40	462,96
Апрон	1,0	2290	2000	2261,73	123,46
Максим	1,0	5310	2020	5244,44	124,69
Юніформ	1,5	2800	5000	1843,62	205,76
Серкадіс Плюс	1,2	3540	5000	2913,58	257,20
Ридоміл Голд	5,0	2290	2000	452,35	24,69
Гербіциди					
Стомп Аква	3,5	5230	5000	1475,84	88,18
Дуал Голд	1,6	4060	2000	2506,17	77,16
Герболекс	8,0	5000	2000	617,28	15,43
Інсектициди					
Протект	0,6	4000	2000	6584,36	205,76
Вермітек	1,0	5040	5050	4977,78	311,73
Me (Q _I -Q _{III}), n=16				2709,88 (1659,73-4958,03)	123,46 (82,3-205,76)

4.2 Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів

Застосування хімічних засобів захисту рослин є обов'язковою та невід'ємною умовою успішного ведення сільського господарства на сьогодні [215]. Увага до використання пестицидів помітно зросла в останні роки, про що свідчать закони та нормативні акти, які вимагають їх безпечного та екологічно свідомого використання. У випадку пестицидів навіть попередній аналіз взаємозв'язку між використанням пестицидів і відповідними ризиками впливу на працівників є складним завданням [216]. Використання пестицидів в агропромисловому секторі може бути фактором ризику виникнення гострих отруєнь і хронічних захворювань, неврологічних проблем, раку та ін. [217, 218, 219]. Тому проблеми охорони природного навколишнього середовища та хімічної безпеки професійних контингентів є актуальними.

Серед обов'язкових складових обґрунтування принципів управління ризиком можливого несприятливого впливу пестицидів на працівників є санітарно-гігієнічна оцінка їх умов праці [220].

4.2.1 Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів в умовах АПС

Виконано натурні експерименти з санітарно-гігієнічного дослідження умов праці осіб, задіяних при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. Умови застосування досліджуваних пестицидів наведено в (табл. 4.4). Була здійснена гігієнічна оцінка умов праці для осіб, задіяних при застосуванні фунгіцидів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, гербіцидів Стомп Аква, Герболекс, інсектицидів Протект, Вертімек по вегетації на ягідних та баштанних культурах за допомогою штангового обприскувача фунгіциду Юніформ шляхом крапельного зрошення, фунгіцидів Апрон і Максим для передпосівної обробки насіння кавунів в умовах АПС для обґрунтування медико-санітарних нормативів їх безпечного використання.

Таблиця 4.4

Умови застосування пестицидів на ягідних та баштанних культурах в АПС

Назва препарату	Діючі речовини	Культура	Норма витрат препарату, кг(л)/га(т)	Норма витрати робочої рідини, л/га(т)	Техніка
Фунгіциди					
Кітч	флудіоксоніл ципродиніл	суниця лохина малина ожина	1,0	300	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Тринол	фенгексамід	суниця	1,5	300	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Світч	ципродиніл флудіоксоніл	лохина	1,0	250	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Сігнум	боскалід піраклостробін	полуниця	1,5	1000	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Серкадіс Плюс	дифеноконазол флуксапіроксад	кавун	1,2	300	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Ридоміл Голд	металаксил-М хлорокис міді	кавун	5,0	250	обприскувач штанговий ОПШ-400, трактор DongFang
Юніформ	металаксил-М азоксистробін	кавун	0,5	100–150 мл/росли ну	система крапельного зрошування
Апрон	металаксил-М	кавун	1,0	10	установка ПС-10 для протруєння насіння
Максим	флудіоксоніл	кавун	1,0	10	установка ПС-10 для протруєння насіння
Гербіциди					
Стомп Аква	пендиметалін	полуниця	3,5	300	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Герболекс	гліфосат	кавун	8,0	300	обприскувач ОП-500, трактор МТЗ-82
Інсектициди					
Протект	спіродиклофен	полуниця	0,6	200	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82
Вертімек	абамектин	полуниця	1,0	300	обприскувач штанговий ОПШ- 2000, трактор МТЗ-82

При здійсненні робіт всі задіяні особи працювали у спеціальному одязі, а саме в комбінезоні із синтетичної тканини та черевиках, а також використовували гумові рукавички та респіратори. Всі робітники пройшли спеціальну підготовку та мали допуск до роботи з пестицидами й агрохімікатами. До початку проведення робіт та після їх завершення був проведений медичний огляд працюючих, який включав вимірювання артеріального тиску, пульсу, оцінювання стану шкірних покривів, враховували також наявність скарг на загальне самопочуття. Метеорологічні умови в період проведення робіт (табл.4.5) відповідали вимогам [221].

Таблиця 4.5

Метеорологічні умови під час застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в АПС ($M \pm m$, $n=3$)

Назва препарату	Температура повітря в момент обробки, °C	Атмосферний тиск, мм рт.ст.	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Фунгіциди				
Кітч	16±1	764±5	70±5	1,5±0,1
Тринол	20±2	760±7	40±1	2,0±0,4
Світч	20±1	740±4	60±4	1,5±0,2
Сігнум	17±1	745±3	55±2	1,5±0,1
Серкадіс Плюс	25±2	740±5	60±5	1,5±0,3
Ридоміл Голд	20±1	760±4	60±5	1,0±0,1
Юніформ	24±2	735±10	60±2	1,0±0,2
Апрон	18±1	745±1	50±1	0,5±0,1
Максим	19±1	745±1	50±1	0,5±0,1
Гербіциди				
Стомп Аква	25±3	750±5	59±2	1,0±0,2
Герболекс	23±1	750±4	75±4	1,0±0,1
Інсектициди				
Протект	23±2	745±5	41±2	2,0±0,4
Вертімек	22±1	743±2	75±4	2,0±0,1

При проведенні натурних експериментів з дослідження умов праці осіб, задіяних при застосуванні пестицидів для обробки ягідних та баштанних культур, було встановлено, що в повітрі робочої зони заправника, тракториста, оператора при штанговій обробці та крапельному зрошенні в повітрі над обробленою ділянкою і в зоні можливого зносу препарату вміст досліджуваних д.р. був нижче межі кількісного визначення методів (табл. 4.6, 4.7) та затверджених орієнтовно допустимих рівнів впливу пестицидів в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі (табл. 2.2).

За даними медичного огляду під час проведення робіт та після їх завершення працівники не скаржились на погіршення самопочуття; їх артеріальний тиск знаходився в межах фізіологічних коливань; змін зовнішнього вигляду шкіри та слизових оболонок очей у них після проведення всіх виробничих операцій не спостерігали.

Під час виконання виробничих операцій з допомогою штангової обробки забруднення досліджуваними д.р. відкритих ділянок шкіри обличчя, шиї та кистей рук працюючих не відбувалося (знаходиться нижче МКВ методу (табл. 2.2)). Це обумовлено тим, що поверхня шкіри працівників під час роботи постійно захищена спецодягом і рукавичками в процесі виконання всіх виробничих операцій.

В змивах з поверхні шкіри під спецодягом жодна з досліджуваних речовин не виявлена. У змивах з поверхні рукавичок заправників вміст ципродинілу після приготування робочого розчину препарату складав 0,0035 мг, фенгексаміду – 0,003 мг, ципродинілу – 0,0045 мг, флудіоксонілу – 0,003 мг, боскаліду – 0,006 мг, піраклостробіну – 0,002 мг, флуксапіроксаду – 0,0041 мг, міді – 0,0013 мг, пендиметаліну – 0,009 мг, спіродиклофену – 0,002 мг (табл. 4.8). Вміст досліджуваних фунгіцидів, гербіцидів та інсектицидів у нашивках на спецодязі при штанговій обробці, крапельному зрошенні знаходився нижче межі визначення (табл. 4.9).

Таблиця 4.6

Вміст досліджуваних фунгіцидів у повітрі при обробці ягідних та баштанних культур в АПС ($M \pm m$, $n=6$)

Препарат	Діюча речовина	Повітря в зоні дихання, мг/м³		Повітря над обробленою ділянкою (в центрі поля), мг/м³, через				Повітря в зоні можливого зносу на відстані 300 м від краю поля (з підвітряного боку), мг/м³, через			
		З	Т	1 год.	3 год.	3 доби	7 діб	1 год.	3 год.	3 доби	7 діб
Фунгіциди											
Кітч	флудіоксоніл	<0,1*	<0,1*	<0,1*	-	<0,1*	<0,1*	<0,016*	-	<0,016*	<0,016*
	ципродиніл	<0,02*	<0,02*	<0,02*	-	<0,02*	<0,02*	<0,02*	-	<0,02*	<0,02*
Тринол	фенгексамід	<0,2*	<0,2*	<0,2*	-	<0,2*	<0,2*	<0,004*	-	<0,004*	<0,004*
Світч	ципродиніл	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*	<0,02*
	флудіоксоніл	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,016*	-	<0,016*	<0,016*
Сігнум	боскалід	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,008*	-	<0,008*	<0,008*
	піраклостробін	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,5*	<0,008*	-	<0,008*	<0,008*
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,0008*	<0,0008*	<0,0008*	<0,0008*
	флуксапіроксад	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,008*	<0,008*	<0,008*	<0,008*
Ридоміл	металаксил-М	<0,25*	<0,25*	<0,25*	-	<0,25*	<0,25*	<0,008*	-	<0,008*	<0,008*
Голд	мідь	<0,004*	<0,004*	<0,004*	-	<0,004*	<0,004*	<0,001*	-	<0,001*	<0,001*
Юні-форм**	азоксистробін	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	-	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	-	<0,0003*	<0,0003*
	металаксил-М	<0,25*	<0,25*	<0,25*	-	<0,25*	<0,25*	<0,008*	-	<0,008*	<0,008*

Примітки: 1. – З – заправник; 2. Т – тракторист; 3. «*» - нижче межі кількісного визначення (табл. 3); 4. «-» - дослідження не проводили; 5. «**» - обробку проводив оператор системи крапельного зрошення

Таблиця 4.7

Вміст досліджуваних гербіцидів та інсектицидів у повітрі при обробці ягідних та баштанних культур в АПС ($M \pm m$, $n=6$)

Препарат	Діюча речовина	Повітря в зоні дихання, мг/м³		Повітря над обробленою ділянкою (в центрі поля), мг/м³, через				Повітря в зоні можливого зносу на відстані 300 м від краю поля (з підвітряного боку), мг/м³, через			
		З	Т	1 год.	3 год.	3 доби	7 діб	1 год.	3 год.	3 доби	7 діб
Гербіциди											
Стомп Аква	пендиметалін	<0,025*	<0,025*	<0,025*	<0,025*	<0,025*	<0,025*	<0,0013*	<0,0013*	<0,0013*	<0,0013*
Гербо-лекс	гліфосат	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,25*	<0,001*	-	<0,001*	<0,001*
Інсектициди											
Протект	спіродиклофен	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,00056*	-	<0,00056*	<0,00056*
Вертімек	абамектин	<0,001*	<0,001*	<0,001*	-	<0,001*	<0,001*	<0,00016*	-	<0,00016*	<0,00016*

Примітки: 1. – З – заправник; 2. Т – тракторист; 3. «*» - нижче межі кількісного визначення (табл. 3); 4. «-» - дослідження не проводили.

Таблиця 4.8

Вміст досліджуваних речовин у змивах з поверхні шкіри працюючих при
штанговій обробці та крапельному зрошенні (АПС)

Препарат	Діюча речовина	Змиви (з поверхні), мг на всій досліджуваній поверхні**				
		Заправник			Тракторист	
		обличчя і шия	рукавички	кисті рук	обличчя і шия	кисті рук
Фунгіциди						
Кітч	флудіоксоніл	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	ципродиніл	<0,002*	0,0035	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Тринол	фенгексамід	<0,002*	0,003	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Світч	ципродиніл	<0,002*	0,0045	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	флудіоксоніл	<0,002*	0,003	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Сігнум	боскалід	<0,002*	0,006	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	піраклостробін	<0,002*	0,002	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	флуксапіроксад	<0,002*	0,0041	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Ридоміл Голд	металаксил-М	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	хлорокис міді	<0,0003*	0,0013	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*
Юніформ**	азоксистробін	<0,002*	0,006	<0,002*	-	-
	металаксил-М	<0,002*	0,002	<0,002*	-	-
Гербіциди						
Стомп Аква	пендиметалін	<0,002*	0,009	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Герболекс	гліфосат	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Інсектициди						
Протект	спіродиклофен	<0,001*	0,002	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Вертімек	абамектин	<0,00005*	<0,00005*	<0,00005*	<0,00005*	<0,00005*

Примітки: 1. «*» - нижче межі кількісного визначення (табл. 2.2); 2. «**» - обробку проводив оператор системи крапельного зрошення.

Таблиця 4.9

Вміст досліджуваних речовин у нашивках на спецодязі працюючих при штанговій обробці та крапельному зрошенні (АПС)

Препарат	Діюча речовина	Нашивки на спецодязі в області, мг/дм ² поверхні**			
		Заправник		Тракторист	
		передпліччя, грудей	спини, стегна	передпліччя, грудей	спини, стегна
Фунгіциди					
Кітч	флудіоксоніл	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	ципродиніл	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Тринол	фенгексамід	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Світч	ципродиніл	0,0032 (<0,002***)	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	флудіоксоніл	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Сігнум	боскалід	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	піраклостробін	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	флуксапіроксад	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Ридоміл Голд	металаксил-М	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	хлорокис міді	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*
Юніформ**	азоксистробін	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
	металаксил-М	<0,002*	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Гербіциди					
Стомп Аква	пендиметалін	0,007 (<0,002***)	<0,002	<0,002*	<0,002*
Герболекс	гліфосат	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Інсектициди					
Протект	спіродиклофен	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Вертімек	абамектин	<0,00005*	<0,00005*	<0,00005*	<0,00005*

Примітки: 1. «*» - нижче межі кількісного визначення (табл. 2.2); 2. «**» – змиви відібрані зі всієї поверхні відкритих шкірних покривів працівників. Площа поверхні, дм²: обличчя – 6,5; шия – 2,6; кисті рук – 8,2. «***» – змиви із внутрішньої сторони спецодягу.

Результати дослідження вмісту д.р. після передпосівної обробки насіння кавунів препарати Апрон і Максим наведено в табл. 4.10-4.11.

Таблиця 4.10

Вміст досліджуваних фунгіцидів у повітрі при передпосівній обробці та висіві насіння баштанних культур в АПС ($M \pm m$, $n=6$)

Проба	Вміст, мг/м ³	
	Апрон	Максим
	металаксил-М	флудіоксоніл
При протруєнні насіння		
Повітря зони дихання оператора при заправці і обслуговуванні установки для протруєння насіння (оператор №1)	<0,25*	<0,1*
Повітря зони дихання робочого біля вилучного шнеку (оператор №2)	<0,25*	<0,1*
Повітря зони можливого зносу на відстані 50 м від місця передпосівної обробки насіння	<0,008*	<0,016*
Повітря в зоні обробки насіння через 3 доби	<0,25*	<0,1*
Повітря зони можливого зносу на відстані 50 м від місця передпосівної обробки насіння	<0,008*	<0,016*
Висів обробленого насіння		
Повітря зони дихання сіяльника при завантажуванні насіння	<0,25*	<0,1*
Повітря зони дихання тракториста (кабіна трактора)	<0,25*	<0,1*
Повітря зони висіву	<0,25*	<0,1*
Повітря зони можливого зносу на відстані 300 м від краю ділянки	<0,008*	<0,016*
Повітря зони висіву через 3 доби	<0,25*	<0,1*
Повітря зони можливого зносу на відстані 300 м від краю ділянки через 3 доби	<0,008*	<0,016*

Як свідчать приведені в таблиці 4.10 дані, в повітрі зони дихання оператора № 1 і оператора № 2, задіяних при обробці насіння кавунів, а також в повітрі над ділянкою, де проводили обробку насіння вміст д.р. в день проведення обробки і в подальші строки спостережень практично не було виявлено (нижче межі кількісного визначення методу). Встановлені для д.р нормативи в повітрі не перевищувались.

Таблиця 4.11

Вміст досліджуваних речовин у змивах з поверхні шкіри та у нашивках на спецодязі працюючих при передпосівній обробці та висіві насіння баштанних культур (АПС)

Об'єкт дослідження	Вміст			
	мг/дм ²		мг поверхні	
	Апрон	Максим	Апрон	Максим
	металаксил-М	флудіоксоніл	металаксил-М	флудіоксоніл
При обробці насіння				
Змиви з поверхні**:				
Оператор № 1:				
- лице і шия	—	—	<0,002*	<0,002*
- рукавички	—	—	<0,002*	<0,002*
- кисті рук	—	—	<0,002*	<0,002*
Оператор № 2:				
- лице і шия	—	—	<0,002*	<0,002*
- рукавички	—	—	<0,002*	<0,002*
- кисті рук	—	—	<0,002*	<0,002*
Нашивки:				
Оператор № 1:				
- передпліччя, груди	<0,002*	<0,002*	—	—
- спина, стегна	<0,002*	<0,002*	—	—
Оператор № 2:				
- передпліччя, груди	<0,002*	<0,002*	—	—
- спина, стегна	<0,002*	<0,002*	—	—
Висів обробленого насіння				
Змиви з поверхні**:				
Тракторист:				
- лице і шия	—	—	<0,002*	<0,002*
- кисті рук	—	—	<0,002*	<0,002*
Сіяльник:				
- лице, шия,	—	—	<0,002*	<0,002*
- руки	—	—	<0,002*	<0,002*
- рукавички	—	—	<0,002*	<0,002*
Нашивки тракторист:				
- груди, передпліччя	<0,002*	<0,002*	—	—
- спина, стегна	<0,002*	<0,002*	—	—
Сіяльника:				
- груди, передпліччя	<0,002*	<0,002*	—	—
- спина, стегна	<0,002*	<0,002*	—	—

Висів обробленого насіння кавунів препаратами Апрон і Максим не супроводжувались надходженням його д.р. в повітря робочої зони оператора № 1 і № 2, а також в повітря над ділянкою, де проводили висів насіння в зоні можливого зносу препаратів. Встановлені гігієнічні нормативи в повітрі не перевищувались.

Результати вивчення вмісту металаксилу-М і флудіоксонілу в змивах з відкритих поверхонь шкіри і в нашивках зі спецодягу працівників при застосуванні препаратів Апрон і Максим показали відсутність забруднення д.р. відкритих шкірних покривів операторів № 1, № 2, тракториста, сіяльника та захисних рукавичок. У осіб, які працювали з препаратами Апрон і Максим не було виявлено погіршення самопочуття після закінчення робіт, а також не спостерігали подразнення слизових оболонок очей та шкіри. Дані, що наведено в таблиці 4.11, свідчать про те, що використання засобів індивідуального захисту надійно захищають працівників від впливу препаратів.

Зважаючи на те, що в сучасній науковій літературі є вичерпні відомості щодо оцінки фізичних факторів виробничого середовища, а також важкість та напруженість праці різних категорій сільськогосподарських робітників [222, 223], ми не проводили спеціальних досліджень рівнів шуму, вібрації та запиленості на робочих місцях, важкості й напруженості праці заправників і трактористів. Зокрема, згідно з [224], праця оператора розчинного вузла віднесена до класу 3.1 за критеріями важкості та напруженості, праця тракториста – до класу 3.2 або 3.3 (це визначається типом трактора та його технічним станом). За параметрами мікроклімату, рівнем шуму і загальної вібрації умови праці трактористів віднесені до класу 3.3, а за рівнями забруднення пилом повітря зони дихання – до класу 3.1.

4.2.2 Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів в ОПГ

Застосування пестицидів необхідне для успішного ведення сільського господарства [215]. Разом з тим, професійний вплив пестицидів визначено як головний пусковий фактор розвитку раку. Пестициди можуть викликати

інтоксикацію в осіб, які працюють з ними шляхом вдихання, ковтання або при контакті зі шкірою [225]. У сільському господарстві більшість пестицидів потрапляє в організм через шкірні покриви, дихальні шляхи та шлунково-кишковий тракт. Вдихання пестицидів в основному відбувається під час фумігації, приготування суміші та/або застосування в закритих середовищах (теплицях та виробничих підприємствах) [226]. Сільськогосподарські працівники є одним з найбільш уразливих працюючих груп через соціальні та культурні фактори ризику, які часто пов'язані з їхньою етнічною приналежністю, імміграційним статусом, соціальним класом і сільським розташуванням. Ці потенційні фактори ризику можуть бути посилені професійними ризиками, пов'язаними із сільськогосподарською роботою [227]. Особливо, професійний ризик може бути >1 , якщо пестицидний препарат, містить у своєму складі більше однієї діючої речовини. Це потребує заходів щодо зниження професійного ризику [228].

Тому наступним етапом було проведення гігієнічної оцінки умов праці для людей, які здійснюють обробку ягідних та баштанних культур препаратами Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек в умовах ОПГ.

Умови застосування досліджуваних пестицидів наведено в (табл. 4.12). Під час застосування пестицидів в умовах ОПГ, метеорологічні умови були допустимими (табл. 4.13). Час приготування робочого розчину складав (10–15) хвилин. Тривалість обробки у всіх випадках становила в середньому – 20 хвилин; витрати робочого розчину – 5 л/100 м²–10 л/га (Рис. 4.1).

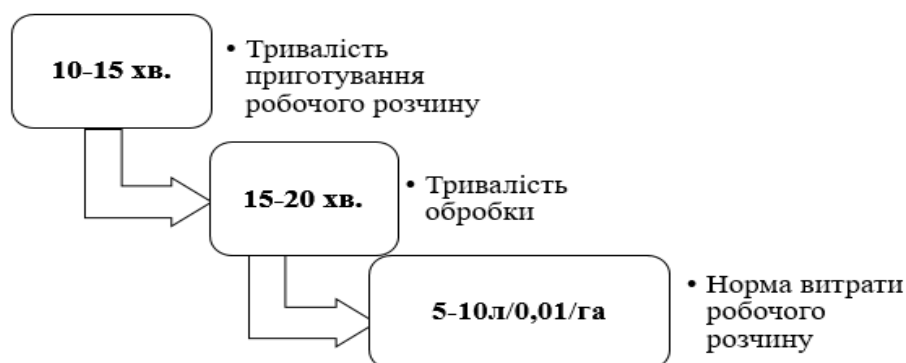


Рис. 4.1 – Процес проведення ранцевої обробки в ОПГ на ягідних та баштанних культурах

Таблиця 4.12

Умови застосування пестицидів на ягідних та баштанних культурах в ОПГ
(ранцеве обприскування)

Назва препарату	Норма витрати препарату	Норма витрати робочої рідини	Техніка	Культура
Фунгіциди				
Амістар Голд	12 мл/0,01 га	10 л	обприскувач «Solo-10»	полуниця
Топаз	15 мл/0,01 га	10 л	ранцевий обприскувач	чорна смородина
Ридоміл Голд	50 г /0,01 га	5 л	обприскувач «Solo-15»	кавун
Гербіцид				
Дуал Голд	16 мл/0,01га	5 л	ранцевий обприскувач Ера	кавун
Інсектицид				
Вертімек	12 мл/0,01 га	5 л	ранцевий обприскувач «Оріон-9»	полуниця

Таблиця 4.13

Метеорологічні умови під час застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в ОПГ ($M \pm m$, $n=3$)

Назва препарату	Температура повітря в момент обробки, °C	Атмосферний тиск, мм рт.ст.	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Амістар Голд	9±1	750±10	63±1	1,5±0,1
Топаз	17±1,5	740±15	85±3	0,6±0,1
Ридоміл Голд	20±1	740±20	60±4	1,5±0,1
Дуал Голд	17±1	755±10	65±1	1,5±0,3
Вертімек	28±2	740±12	65±2	1,2±0,1

Був здійснений аналіз умов праці при використанні пестицидів для обробки ягідних та баштанних культур при ранцевій обробці у приватному секторі (табл. 4.14, 4.15, 4.16).

Виходячи з представлених в (табл. 4.14) даних результатів, в повітрі робочої зони оператора, повітрі над обробленою ділянкою і в зоні можливого зносу препарату вміст досліджуваних діючих речовин був нижче межі кількісного визначення методів. Встановлені гігієнічні нормативи, зазначені в (табл.2.3), не перевищувались.

При ранцевій обробці у змивах з рукавичок (табл. 4.15) було виявлено, що вміст дифеноконазолу становив 0,0035 мг, пенконазолу – 0,002 мг, азоксистробіну – 0,006 мг, металаксил-М – 0,002 мг, хлорокису міді – 0,0006 мг, S-метолахлору – 0,002 мг, абамектину – 0,00059 мг.

Таблиця 4.15

Вміст досліджуваних пестицидів у змивах з поверхні операторів при ранцевій обробці (ОПГ)

Препарат	Діюча речовина	Змиви (з поверхні), мг на всій досліджуваній поверхні**		
		обличчя і шия	рукавички	кисті рук
Фунгіциди				
Амістар Голд	дифеноконазол	<0,002*	0,0035	<0,002*
	азоксистробін	<0,002*	<0,002*	<0,002*
Топаз	пенконазол	0,001	0,002	0,002
Гербіциди				
Дуал Голд	S-метолахлор	<0,002*	0,002	<0,002*
Інсектициди				
Вертімек	абамектин	<0,00002*/ <0,00002***	0,00059	<0,00002*

Примітки: 1. «*» - нижче межі кількісного визначення; 2. «**» – змиви відібрані зі всієї поверхні відкритих шкірних покривів працівників; 3. «***» – змиви відібрані з поверхні респіратора; відкритих шкірних покривів працівників. Площа поверхні, дм²: обличчя – 6,5; шия – 2,6; кисті рук – 8,2.

Таблиця 4.14

Вміст досліджуваних речовин у пробах повітря при ранцевій обробці в ОПГ ($M \pm m$, $n=6$)

Препарат	Діюча речовина	Повітря над обробленою ділянкою мг/м ³ , мг/кг						
		Відбір в день обробки	Через 1 добу після обробки		Через 3 доби після обробки		Через 7 діб після обробки	
		дихання оператора при заправці обприскувача / проведенні обробки	центр ділянки через годину	на відстані 10-30 м від краю ділянки	центр ділянки	на відстані 10-30 м від краю ділянки	центр ділянки	на відстані 10-30 м від краю ділянки
Амістар Голд	дифеноконазол	<0,1*/<0,1*	<0,1*	<0,0008*	<0,1*	<0,0008*	<0,1*	<0,0008*
	азоксистробін	<0,0003*/<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*
Топаз	пенконазол	0,01±0,003/ <0,0025*	0,003±0,0007	<0,0003*	<0,0025*	<0,0003*	<0,0025*	<0,0003*
Дуал Голд	S-метолахлор	<0,5*/<0,5*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*
Верті-мек	абамектин	<0,01*/<0,01*	<0,01*	<0,00016*	<0,01*	<0,00016*	<0,01*	<0,00016*

Примітки: 1. «*» - нижче МКВ; 2. «-» - дослідження не проводили.

Проте у операторів після закінчення роботи не було виявлено погіршення самопочуття, не спостерігалось подразнення слизових оболонок очей та шкіри. Оскільки, дані діючі речовини було виявлено на засобах індивідуального захисту, на наступному етапі були розраховані ризики впливу їх на організм працівників.

Вміст досліджуваних речовин фунгіцидів, гербіцидів та інсектицидів у нашивках на спецодязі працюючих при ранцевій обробці був нижче МКВ у всіх випадках, крім нашивок на спецодязі оператора для пенконазолу 0,001 мг/дм² (груди, передпліччя, спина, стегна). Ці результати були враховані при розрахунку ризику небезпечного впливу пестицидів при різних шляхах надходження (табл.4.16).

Таблиця 4.16

Вміст досліджуваних пестицидів у нашивках на спецодязі працюючих при ранцевій обробці (ОПГ)

Препарат	Діюча речовина	Нашивки на спецодязі в області, мг/дм ² поверхні**			
		спецодяз оператора		зворотний бік спецодязу оператора	
		грудей/ передпліччя	спини/ стегна	грудей/ передпліччя	спини/ стегна
Фунгіциди					
Амістар Голд	дифеноконазол	<0,002*/ <0,002*	0,004/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*
	азоксистробін	<0,002*/ <0,002*	0,0032/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*
Топаз	пенконазол	0,001/ <0,0005*	0,001/ <0,0005*	<0,0005*/ <0,0005*	<0,0005*/ <0,0005*
Гербіцид					
Дуал Голд	S-метолахлор	<0,002*/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*	<0,002*/ <0,002*
Інсектицид					
Вертімек	абамектин	<0,00002*/ <0,00002*	<0,00002*/ <0,00002*	<0,00002*/ <0,00002*	<0,00002*/ <0,00002*

4.3 Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів для захисту ягідних та баштанних культур

4.3.1 Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні досліджуваних пестицидів в АПС

На наступному етапі проведено гігієнічну оцінку професійного ризику при застосуванні препаратів для захисту ягідних та баштанних культур, а саме: фунгіцидів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Юніформ, Апрон, Максим, гербіцидів Стомп Аква, Герболекс, інсектицидів Протект та Вертімек.

Результати досліджень, які були отримані під час проведення натурних досліджень, ми використали для розрахунку потенційного ризику шкідливого впливу досліджуваних речовин при застосуванні вищевказаних препаратів на організм працівників за методикою розробленою спеціалістами ДП «Інститут екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя» [229, 230, 231]. Розрахунки здійснювали відповідно до [138].

При розрахунках показника $ДД_{шк}$ враховували вміст досліджуваних д.р. в змивах з поверхні шкіри та нашивках на спецодязі працюючих.

Для оцінки інгаляційного та перкутанного ризику шкідливого впливу досліджуваних д.р. на організм працюючих нами були розраховані інгаляційна ($Д_{інг}$) та перкутанна ($Д_{шк}$) експозиційні дози.

Допустимі дози досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур наведені в (табл. 4.17).

Як видно з (табл. 4.18), при штанговій обробці перкутанні експозиційні дози д.р. фунгіцидів для заправників були в межах 0,016-0,085 мг/кг, для трактористів 0,017-0,085 мг/кг; гербіцидів 0,051-0,058 мг/кг для заправників та 0,018-0,051 мг/кг для трактористів, інсектицидів 0,0004-0,013 мг/кг для трактористів та заправників.

Таблиця 4.17

Допустимі дози досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур при штанговій обробці

Препарат	Діюча речовина	Допустимі дози, мг/кг			
		перкутанна (ДД _{шк})		інгаляційна (ДД _{інг})	
		заправник	тракторист	заправник	тракторист
Фунгіциди					
Кітч	флудіоксоніл	0,6	0,6	0,149	0,149
	ципродиніл	0,6	0,6	0,010	0,010
Тринол	фенгексамід	3,6	3,6	0,199	0,199
Світч	ципродиніл	0,6	0,6	0,010	0,010
	флудіоксоніл	0,3	0,3	0,099	0,099
Сігнум	боскалід	1,6	1,6	0,224	0,224
	піраклостробін	0,6	0,6	0,099	0,099
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,08	0,08	0,030	0,030
	флуксапіроксад	0,8	0,8	0,104	0,104
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,6	0,6	0,050	0,050
	хлорокис міді	2	2	0,075	0,075
Гербіциди					
Стомп Аква	пендиметалін	0,16	0,16	0,050	0,050
Герболекс	гліфосат	0,4	0,4	0,149	0,149
Інсектициди					
Протект КС	спіродиклофен	0,04	0,04	0,030	0,030
Вертімек	абамектин	0,004	0,004	0,004	0,004

Інгаляційні дози для д.р. фунгіцидів при штанговій обробці (табл. 4.18) для заправників були в межах 0,0001-0,016 мг/кг, для трактористів 0,0003-0,032 мг/кг, гербіцидів 0,0003-0,029 мг/кг для заправників та 0,0006 – 0,076 мг/кг для

трактористів, інсектицидів 0,00001 – 0,0002 мг/кг для заправників та 0,00003 – 0,0004 мг/кг для трактористів.

Таблиця 4.18

Експозиційні дози досліджуваних пестицидів при штанговій обробці

Препарат	Діюча речовина	Експозиційні дози, мг/кг			
		перкутанна (Д _{шк})		інгаляційна (Д _{інг})	
		заправник	тракторист	заправник	тракторист
Фунгіциди					
Кітч	флудіоксоніл	0,026	0,025	0,004	0,008
	ципродиніл	0,017	0,017	0,0003	0,0005
Тринол	фенгексамід	0,017	0,017	0,003	0,005
Світч	ципродиніл	0,024	0,017	0,0003	0,0005
	флудіоксоніл	0,017	0,017	0,0001	0,0003
Сігнум	боскалід	0,026	0,025	0,0004	0,0015
	піраклостробін	0,016	0,017	0,0001	0,0005
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,026	0,025	0,001	0,003
	флуксапіроксад	0,026	0,025	0,003	0,007
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,085	0,085	0,016	0,032
	хлорокис міді	0,020	0,020	0,0004	0,0008
Гербіциди					
Стомп Аква	пендиметалін	0,058	0,018	0,0003	0,0006
Герболекс	гліфосат	0,051	0,051	0,029	0,076
Інсектициди					
Протект	спіродиклофен	0,013	0,013	0,0002	0,0004
Вертімек	абамектин	0,0004	0,0004	0,00001	0,00003

Коефіцієнти небезпечності при інгаляційному впливі фунгіцидів складали в середньому $(0,045 \pm 0,028)$ та $(0,045 \pm 0,028)$, гербіцидів – $(0,09 \pm 0,093)$ і $(0,262 \pm 0,249)$, інсектицидів – $(0,005 \pm 0,002)$ та $(0,010 \pm 0,004)$, відповідно для заправників і трактористів. Коефіцієнти небезпечності при перкутанному впливі фунгіцидів складали $(0,065 \pm 0,028)$ і $(0,064 \pm 0,028)$ гербіцидів – $(0,245 \pm 0,117)$ і $(0,11 \pm 0,009)$, інсектицидів – $(0,216 \pm 0,109)$ та $(0,212 \pm 0,106)$, відповідно для заправників і трактористів (табл. 4.19, 4.20). Коефіцієнт небезпечності при інгаляційному і перкутанному надходженні у заправників і трактористів достовірно не відрізнялись ($p > 0,05$).

Частка перкутанного ризику для заправників при застосуванні різних груп пестицидів коливалась в межах 65,74-97,58%, трактористів – 50,72-95,23 %.

Як показують результати аналізу професійного ризику при комбінованому надходженні фунгіцидів через дихальні шляхи та шкіру при штанговій обробці в промисловому секторі не перевищує допустимий індекс небезпечності при комплексному (одночасна дія однієї діючої речовини при різних шляхах надходження) та комбінованому (одночасна дія декількох діючих речовин) впливі (< 1). Аналіз отриманих результатів показав, що величини коефіцієнтів небезпечності при інгаляційному та перкутанному впливі на заправників і трактористів достовірно не відрізняються ($p > 0,05$).

Допустимі та експозиційні дози досліджуваних пестицидів для захисту баштанних культур в АПС для крапельного зрошення наведено в табл. 4.21.

Таблиця 4.21

Допустимі дози досліджуваних пестицидів та експозиційні дози для захисту ягідних та баштанних культур при крапельному зрошенні (АПС)

Препарат	Діюча речовина	Допустимі дози, мг/кг		Експозиційні дози, мг/кг	
		перкутанна ($D_{шк}$)	інгаляційна ($DD_{інг}$)	перкутанна ($D_{шк}$)	інгаляційна ($D_{інг}$)
		оператор	оператор	оператор	оператор
Юніформ	азоксистробін	0,6	0,099	0,00008	0,0000001
	металаксил-М	0,6	0,075	0,0001	0,00008

Таблиця 4.19

Величини потенційного ризику небезпечного впливу на працюючих досліджуваних фунгіцидів при обробці на ягідних та баштанних культурах в АПС

Препарат	Діюча речовина	Коефіцієнти небезпечності				Індекси небезпечності				Частка перкутанного ризику, %	
		перкутанний		інгаляційний		комплексний		комбінований			
		З*	Т	З**	Т	З***	Т	З'	Т	З''	Т
Кітч	флудіоксоніл	0,043	0,042	0,026	0,051	0,068	0,093	0,122	0,173	62,567	45,398
	ципродиніл	0,029	0,028	0,026	0,051	0,054	0,079			53,020	35,662
Тринол	фенгексамід	0,005	0,005	0,013	0,026	0,018	0,030	-	-	27,285	15,595
Світч	ципродиніл	0,040	0,028	0,026	0,051	0,066	0,079	0,124	0,138	61,249	35,662
	флудіоксоніл	0,057	0,057	0,001	0,003	0,059	0,059			97,827	95,684
Сігнум	боскалід	0,016	0,016	0,002	0,007	0,018	0,023	0,046	0,056	90,604	70,045
	піраклостробін	0,026	0,026	0,001	0,005	0,028	0,033			95,400	84,716
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,320	0,318	0,045	0,096	0,364	0,414	0,429	0,514	87,750	76,882
	флуксапіроксад	0,032	0,032	0,032	0,068	0,064	0,100			50,466	31,769
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,142	0,141	0,319	0,638	0,461	0,779	0,476	0,799	30,830	18,148
	хлорокис міді	0,010	0,010	0,005	0,010	0,015	0,020			66,151	48,330
Величини ризику, M±m		0,065±	0,064 ±	0,045 ±	0,091±	0,110±	0,155±	0,239±	0,336±	65,741±	50,717±
		0,028	0,028	0,028	0,055	0,046	0,071	0,088	0,140	7,468	8,189

Примітки : 1. З – заправник; 2. Т – тракторист; 3. * – величини коефіцієнтів небезпечності при перкутанному надходженні достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Ст'юдента, при $p > 0,05$ ($df=20$); $t = 0,040$; 4. ** – величини коефіцієнтів небезпечності при інгаляційному впливі достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Ст'юдента, при $p > 0,05$ ($df=20$); $t = -0,750$; 5. *** – величини індексу небезпечності при комплексному впливі достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Ст'юдента, при $p > 0,05$ ($df=20$); $t = -0,533$; 6. ' – величини індексу небезпечності при комбінованому впливі достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Ст'юдента, при $p > 0,05$ ($df=8$); $t = -0,584$; 7. '' – частка перкутанного ризику у заправників і трактористів достовірно не відрізняються за критерієм Ст'юдента, при $p > 0,05$ ($df=20$); $t = 1,356$.

Таблиця 4.20

Величини потенційного ризику небезпечного впливу досліджуваних гербіцидів при обробці на ягідних та баштанних культурах у промисловому секторі

Препарат	Діюча речовина	Коефіцієнти небезпечності				Індекси небезпечності		Частка перкутанного ризику, %	
		перкутанний		інгальційний		сумарний			
		З*	Т	З**	Т	З***	Т	З'	Т
гербіциди									
Стомп Аква	пендиметалін	0,362	0,110	0,006	0,013	0,369	0,123	98,271	89,599
Герболекс	гліфосат	0,128	0,127	0,191	0,510	0,319	0,637	40,068	19,963
Величини ризику, М±m		0,245± 0,117	0,11± 0,009	0,09± 0,093	0,262±0, 249	0,34± 0,025	0,380± 0,257	69,17± 29,102	54,781± 34,818
інсектициди									
Протект	спіродиклофен	0,325	0,318	0,006	0,013	0,331	0,331	98,074	96,145
Вертімек	абамектин	0,107	0,106	0,003	0,006	0,110	0,112	97,095	94,327
Величини ризику, М±m		0,216± 0,109	0,212± 0,106	0,005±0, 002	0,010±0, 004	0,221±0, 111	0,222± 0,110	97,58± 0,490	95,23± 0,909

Примітки : 1. З – заправник; 2. Т – тракторист; 3. * – величини коефіцієнтів небезпечності при перкутанному надходженні достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Стюдента, при $p > 0,05$ ($df=6$); $t = 0,78$; 4. ** – величини коефіцієнтів небезпечності при інгальційному надходженні достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Стюдента, при $p > 0,05$ ($df=6$); $t = -0,63$; 5. *** – величини індексу небезпечності при комплексному надходженні достовірно не відрізняються у заправників і трактористів за критерієм Стюдента, при $p > 0,05$ ($df=6$); $t = -0,135$; 6. ' – частка перкутанного ризику у заправників і трактористів достовірно не відрізняються за критерієм Стюдента, при $p > 0,05$ ($df=6$); $t = 0,36$.

Розрахунок професійного ризику для працівників, які здійснюють обробку ягідних та баштанних культур препаратом Юніформ при крапельному зрошенні в умовах АПС показав, що величини перкутанного ризику для оператора системи крапельного зрошення були від $0,010 \pm 0,0007$ до $0,003 \pm 0,001$, інгаляційного – від $0,000003 \pm 0,000025$ до $0,005 \pm 0,0025$, сумарного – від $0,003 \pm 0,001$ до $0,015 \pm 0,0026$, комбінованого – $0,017 \pm 0,0028$. Частка перкутанного ризику для операторів була в межах 64,3-99,9 % (табл.4.22).

Таблиця 4.22

Величини потенційного ризику небезпечного впливу досліджуваних пестицидів операторів при крапельному зрошенні на ягідних та баштанних культурах в АПС ($M \pm m$)

Препарат	Діюча речовина	Величини ризику				Частка перкутанного ризику, %
		перкутанний	інгаляційний	сумарний	комбінований	
Юніформ	азокси-стробін	$0,003 \pm 0,001$	$0,000003 \pm 0,000025$	$0,003 \pm 0,001$	$0,017 \pm 0,0028$	99,9
	металаксил-М	$0,010 \pm 0,0007$	$0,005 \pm 0,0025$	$0,015 \pm 0,0026$		64,3

Допустимі дози досліджуваних пестицидів та експозиційні дози для захисту баштанних культур при передпосівній обробці насіння та його висіві (АПС) наведено в табл. 4.23.

Оцінка ризику для працівників при передпосівній обробці насіння баштанних культур препаратами Апрон і Максим показала, що професійний ризик для операторів, які здійснюють обробку насіння кавунів при перкутанному впливі був від $0,0033 \pm 0,0005$ до $0,067 \pm 0,000$, інгаляційного – від $0,036 \pm 0,006$ до $0,038 \pm 0,008$, сумарного – від $0,071 \pm 0,008$ до $0,103 \pm 0,006$. Частка перкутанного ризику для операторів була в межах 47,6 $\pm$ 5,1- 65,2 $\pm$ 3,9 % (табл.4.24).

При висіві насіння обробленого препаратами Апрон, Максим перкутанний ризик становив $0,123 \pm 0,001$ - $0,245 \pm 0,0005$, інгаляційний – $0,132 \pm 0,022$ - $0,138 \pm 0,028$, сумарний – $0,260 \pm 0,027$, $0,377 \pm 0,022$.

Таблиця 4.23

Допустимі дози досліджуваних пестицидів та експозиційні дози для захисту баштанних культур при передпосівній обробці насіння та його висіві (АПС)

Препарат	Діюча речовина	Допустимі дози, мг/кг				Експозиційні дози, мг/кг			
		перкутанна ($D_{\text{шк}}$)		інгаляційна ($DD_{\text{інг}}$)		перкутанна ($D_{\text{шк}}$)		інгаляційна ($D_{\text{інг}}$)	
		оператор № 1/ оператор № 2	сіяльник/ тракторист	оператор № 1/ оператор № 2	сіяльник/ тракторист	оператор № 1/ оператор № 2	сіяльник/ тракторист	оператор № 1/ оператор № 2	сіяльник/ тракторист
Апрон	металак-сил-М	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	0,02/0,02	0,074/0,073	0,001/0,002	0,005/0,008
Максим	флуді-оксоніл	0,3/0,3	0,3/0,3	0,3/0,3	0,3/0,3	0,067/0,067	0,245/0,244	0,003/0,004	0,011/0,015

Таблиця 4.24

Величини потенційного ризику небезпечного впливу досліджуваних пестицидів працівників при передпосівній обробці насіння та його висіві в АПС ($M \pm m$)

Препарат	Діюча речовина	Величини ризику			Частка перкутанного ризику, %
		перкутанний	інгальційний	сумарний	
Передпосівна обробка					
Апрон	металак-сил-М	0,0033± 0,0005	0,038± 0,008	0,071± 0,008	47,6±5,1
Максим	флуді-оксоніл	0,067± 0,000	0,036± 0,006	0,103± 0,006	65,2±3,9
Висів обробленого насіння					
Апрон	металак-сил-М	0,123± 0,001	0,138± 0,028	0,260± 0,027	47,6±5,1
Максим	флуді-оксоніл	0,245± 0.0005	0,132± 0.022	0,377± 0.022	65,1±3,8

Частка перкутанного ризику для сіяльника і тракториста була в межах $47,6 \pm 5,1$ - $65,1 \pm 3,8$ % (табл.4.24).

4.3.2 Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів в ОПГ

Допустимі та експозиційні дози досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в приватному секторі наведені в (табл. 4.25). Було проведення розрахунку професійного ризику для людей, які здійснюють обробку ягідних та баштанних культур препаратами Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек в ОПГ. Величини перкутанного ризику для операторів були від $0,00007 \pm 0,00005$ до $0,069 \pm 0,044$, інгальційного – від $0,000003 \pm 0,0000025$ до $0,005 \pm 0,0025$, сумарного – від $0,0001 \pm 0,00005$ до $0,069 \pm 0,044$, комбінованого – від $0,010 \pm 0,0016$ до $0,017 \pm 0,0028$. Частка перкутанного ризику для операторів була в межах 47,3-99,9 % (табл.4.26).

Таблиця 4.25

Допустимі дози досліджуваних пестицидів та експозиційні дози для захисту
ягідних та баштанних культур при ранцевій обробці (ОПГ)

Препарат	Діюча речовина	Допустимі дози, мг/кг	Експозиційні дози, мг/кг	
		інгальційна (ДД _{інг})	перкутанна (Д _{шк})	Інгальційна (Д _{інг})
		оператор	оператор	оператор
Фунгіциди				
Амістар Голд	дифеноконазол	0,030	0,0001	0,00003
	азоксистробін	0,099	0,0001	0,0000001
Топаз	пенконазол	0,298	0,004	0,000006
Гербіцид				
Дуал Голд	S-метолахлор	0,030	0,0002	0,0001
Інсектициди				
Вертімек	абамектин	0,004	0,000004	0,000003

Таблиця 4.26

Величини потенційного ризику небезпечного впливу досліджуваних пестицидів на операторів при ранцевій обробці на ягідних та баштанних культурах в ОПГ ($M \pm m$)

Препарат	Діюча речовина	Величини ризику				Частка перкутанного ризику, %
		перкутанний	інгальційний	сумарний	комбінований	
Фунгіциди						
Амістар Голд	дифеноконазол	0,005± 0,0008	0,001± 0,0005	0,006± 0,0009	0,015± 0,001	81,9
	азокси- стробін	0,009± 0,0005	0,00001± 0,000005	0,009± 0,0005		99,9
Топаз	пен- коназол	0,069± 0,044	0,0001± 0,00005	0,069 ± 0,044	-	99,8
Гербіцид						
Дуал Голд	S- метола- хлор	0,002± 0,0005	0,003± 0,0015	0,005± 0,0016	-	47,3
Інсектициди						
Вертімек	абамек- тин	0,00007± 0,00005	0,00005± 0,000025	0,0001± 0,00005	-	56,8

4.4 Обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів на ягідних та баштаних культурах в АПС і ОПГ

Для того, щоб визначити строки виходу працівників на ділянки, оброблені пестицидами, ми визначили вміст досліджуваних д. р. в ґрунті, в повітрі над обробленими ділянками та в зоні можливого зносу на відстані 10 м від межі оброблених ділянок у приватному секторі та 300 м у промисловому секторі. Зразки проб повітря і ґрунту відбирали через 1 годину після обробки, на 3-ю та 7-у добу для визначення динаміки зниження забруднення досліджуваними пестицидами.

Проаналізувавши отримані результати, ми дійшли висновку, що вміст усіх досліджуваних речовин, як в приватному так і в промисловому секторах на всіх термінах спостереження був менше меж кількісного визначення в атмосферному повітрі.

В ґрунті через 1 годину, 3 і 7 діб після застосування препаратів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Протект, Вертімек, Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек д.р. визначали в кількостях, що не перевищують ОДК в ґрунті (табл. 5.1 та 5.3).

Із (табл. 5.1) виходить, що в ґрунті через 1 годину, 3 і 7 діб після обробки вміст міді (препарат Ридоміл Голд) перевищував гігієнічний норматив (ГДК в ґрунті – 3,0 мг/кг). При цьому, в повітрі робочої зони над ділянкою через 1 годину та 3 і 7 діб після обприскування концентрації міді не перевищували гігієнічний норматив. Враховуючи вміст міді в ґрунті через 3 і 7 діб після обприскування, величину ГДК ґрунтового пилу в повітрі робочої зони (6 мг/м³) та передбачуване перевищення в 10 разів, концентрація міді, сорбована на пилових часточках через 3 і 7 діб складе 0,00041 мг/м³ і 0,0004 мг/м³ і не буде перевищувати ОБРВ в повітрі робочої зони (ОБРВ – 0,5 мг/м³) і атмосферному повітрі (ОБРВ – 0,03 мг/м³ (максимально разова), 0,001 мг/м³ (середньодобова)). Вміст металаксилу-М даного препарату перевищував ОДК в ґрунті 0,05 мг/кг через 1

годину після обробки, проте в наступні терміни після обробки перевищень не було виявлено.

З даних, поданих у (табл. 5.1), випливає, що через 3 доби після обробки вміст металаксилу-М (препарату Юніформ) у ґрунті перевищував гігієнічний норматив (ОДК у ґрунті – 0,05 мг/кг). При цьому в повітрі робочої зони над ділянкою через 1 годину і 3 доби після обприскування концентрації металаксилу-М не перевищували гігієнічний норматив. Враховуючи вміст металаксилу-М у ґрунті через 3 доби після обприскування, величину ГДК ґрунтового пилу в повітрі робочої зони (6 мг/м^3) та передбачуване її перевищення у 10 разів розраховано, що концентрація металаксилу-М, сорбована на пилових частинках через 3 доби становитиме $0,0000038 \text{ мг/м}^3$ і не перевищуватиме ОБРВ у повітрі робочої зони (ОБРВ – $0,5 \text{ мг/м}^3$) та атмосферному повітрі (ОБРВ – $0,01 \text{ мг/м}^3$).

Нами було встановлено, що через 1 годину після проведення штангової обробки препаратом Герболекс вміст гліфосату становив $1,8 \pm 0,1 \text{ мг/кг}$, на 3 добу $1,0 \pm 0,01 \text{ мг/кг}$, на 7 добу $0,5 \pm 0,01 \text{ мг/кг}$. Вміст д.р. на 7-му добу дослідження не перевищував гранично допустиму концентрацію (ГДК) $0,5 \text{ мг/кг}$. На 35 добу та при зборі урожаю динь залишкові кількості д.р. не виявлено. Після виконання обробок препаратом Стомп Аква, було встановлено, що через годину вміст пендиметаліну становив $1,58 \pm 0,25 \text{ мг/кг}$, на 3 добу $1,24 \pm 0,11 \text{ мг/кг}$, 7 добу – $1,05 \pm 0,18 \text{ мг/кг}$, при зборі урожаю полуниці менше $0,2 \text{ мг/кг}$. Із наведених даних виходить, що через 1 годину, 3 доби та 7 діб після проведеної обробки вміст пендиметаліну в ґрунті перевищував ГДК $0,2 \text{ мг/кг}$. Врахувавши вміст пендиметаліну в ґрунті через 3 та 7 діб після обробки препаратом Стомп Аква, величину ГДК ґрунтового пилу в повітрі робочої зони (6 мг/м^3) та передбачуване її перевищення у 10 разів, була розрахована концентрація пендиметаліну, сорбована на пилових часточках. Через 3 та 7 діб після обробки розрахована концентрація складе $0,000074 \text{ мг/м}^3$ та $0,000063 \text{ мг/м}^3$ і не перевищуватиме орієнтовно безпечний рівень визначення (ОБРВ) в повітрі робочої зони – $0,5 \text{ мг/м}^3$ і атмосферному повітрі – $0,002 \text{ мг/м}^3$. Це означає, що відсутня небезпека

забруднення пендиметаліном об'єктів навколишнього середовища за межами зони обробки.

Отримані результати дозволили обґрунтувати регламенти безпечного застосування пестицидів у системі хімічного захисту ягідних та баштанних культур для препаратів: Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Герболекс, Протект, Вертімек, Амістар Голд, Топаз, Юніформ, Вертімек: строки виходу працівників на оброблені ділянки для проведення механізованих робіт – 3 доби, ручних – 7 діб, для препарату Дуал Голд – 7 та 15 діб, відповідно, для препаратів Апрон і Максим – не потребує.

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що для всіх досліджуваних діючих речовин величина КМІО $< 0,5$, що свідчить про низьку ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів при використанні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. За даним критерієм всі досліджувані діючі речовини відносяться до IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98.

2. Доведено відносну безпечність при потраплянні перкутанним та інгаляційним шляхом більшості діючих речовин та препаратів на їх основі для захисту ягідних та баштанних культур, для яких $KVD_{інг.}$ та $KVD_{дерм.}$ становлять більше 100. Винятком є д.р. ципродиніл, фенгексамід, азоксистробін, піраклостробін, хлорокис міді, пендиметалін, абамектин, величини $KVD_{інг.}$ яких становлять – менше 100, що свідчить про відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів при потраплянні в організм працівників сільського господарства через органи дихання. Діючі речовини S-метолахлор та гліфосат мають обидві величини $KVD_{інг.}$ та $KVD_{дерм.}$ в діапазоні 7,41–31,82, що свідчить про відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів при потраплянні їх через органи дихання та через шкіру. Для препаратів Тринол, Сігнум, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Дуал Голд, Герболекс величини $KVD_{дерм.}$ були в межах 15,43 – 88,18

і є відносно висока ймовірність гострих токсичних ефектів при потраплянні даних препаратів на шкіру працівників.

3. Показано, що застосування різних груп пестицидів для обробки ягідних та баштанних культур в АПС і ОПГ не супроводжується перевищенням гігієнічних нормативів у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі за умови дотримання рекомендованих медико-санітарних нормативів їх безпечного застосування.

4. Встановлено, що в АПС індекс небезпечності при комплексному впливі фунгіцидів на заправників і трактористів складав $0,110 \pm 0,046$ і $0,155 \pm 0,071$, гербіцидів – $0,34 \pm 0,025$ та $0,380 \pm 0,257$, інсектицидів – $0,221 \pm 0,111$ і $0,222 \pm 0,110$, відповідно; індекс небезпечності при комбінованому впливі декількох діючих речовин – $0,239 \pm 0,088$ і $0,336 \pm 0,140$ для заправників та трактористів, відповідно та доведено, що професійний ризик при їх використанні не перевищує допустимий.

5. Встановлено, що перкутанний, інгаляційний, сумарний та комбінований ризики для операторів при проведенні ранцевої обробки досліджуваними пестицидами в ОПГ є меншим 1, тобто не перевищує допустимий ($p > 0,05$). Отримані результати можуть бути використанні для прогнозування безпеки під час застосування досліджуваних груп і класів пестицидів при обробці інших сільськогосподарських культур аналогічним способом та вирішенні питання необхідності проведення моніторингових досліджень.

6. Проведення статистичного аналізу отриманих результатів показало, що коефіцієнт небезпечності при інгаляційному і перкутанному надходженні у заправників і трактористів достовірно не відрізнялись за критерієм Стюдента ($p > 0,05$). Частка перкутанного ризику для заправників при штанговій обробці коливалась в межах 65,74-97,58 %, трактористів – 50,72-95,23 %, при крапельному зрошенні – 64,3-99,9 %, ранцевому обприскуванні – 47,3-99,9 %, при

передпосівній обробці насіння – $47,6 \pm 5,1$ – $65,2 \pm 3,9$ %, висіві обробленого насіння – $47,6 \pm 5,1$ – $65,1 \pm 3,8$ %.

7. Обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування пестицидів: строки виходу працівників на оброблені ділянки препаратами Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Герболекс, Протект, Вертімек, Амістар Голд, Топаз, Юніформ, Вертімек для проведення механізованих/ручних робіт 3/7 діб, препаратом Дуал Голд – 7/15 діб, Апрон, Максим – не потребує/не потребує.

8. Виконано аналіз критеріїв токсикологічної небезпеки КМІО і КВД досліджуваних сполук та встановлено, що величини КВД діючих речовин ципродиніл, фенгексамід, азоксистробін, піраклостробін, хлорокис міді, пендиметалін, абабектин, S-метолахлор та гліфосат становлять <99, що свідчить про відносно високу ймовірність гострих токсичних ефектів, що свідчить про необхідність врахування цього ефекту при вирішенні питання необхідності проведення моніторингових досліджень зазначених пестицидів в повітрі.

Наведена в розділі інформація висвітлена в таких публікаціях – [133, 134, 232, 233 234, 235].

РОЗДІЛ 5

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ГРУНТУ ТА ЙМОВІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ, ПОВЕРХНЕВИХ ВОД, КОНТАМІНОВАНИХ ПЕСТИЦИДАМИ, РЕКОМЕНДОВАНИМИ ДЛЯ ЗАХИСТУ БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУР

5.1 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту діючих речовин пестицидів в ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України

5.1.1 Закономірності поведінки різних груп пестицидів у ґрунті, при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в АПС

У сільськогосподарському виробництві пестициди незамінні. Вони відіграють вирішальну роль у збільшенні врожайності в усьому світі. Їх використовують для боротьби із бур'янами за допомогою хімічних інгредієнтів [236]. Проте, безсистемне використання пестицидів може привести до забруднення води, ґрунту, повітря та сільськогосподарських культур [237]. Дуже важливо уникати впливу пестицидів, який створює ризик несприятливої дії на здоров'я людини та навколишнє середовище при необережному їх використанні [238].

Натурні дослідження з визначення досліджуваних пестицидів проводили в різних ґрунтово-кліматичних зонах України в агропромисловому секторі при проведенні штангової обробки.

Залишкові кількості д.р. препаратів у ґрунті здійснили методами ГРХ, ВЕРХ, ААС (табл. 2.2).

Визначення вмісту досліджуваних груп пестицидів в ґрунті при дослідженнях в промисловому секторі показало, що практично усі аналізовані д.р. виявляли в початкові строки дослідження. Початкові концентрації складали для флудіоксонілу <0,2 мг/кг, ципродинілу – 0,28 мг/кг, фенгексаміду – 0,38 мг/кг, ципродинілу – 0,32 мг/кг, флудіоксонілу – <0,2 мг/кг, боскаліду – 0,43

мг/кг, піраклостробіну – 0,13 мг/кг, дифеноконазолу – 0,08 мг/кг, флуксапіроксаду – <0,1 мг/кг, металаксилу-М – 0,067 мг/кг, міді (рухомі фази) – 6,8 мг/кг, азоксистробіну – 0,1 мг/кг, металаксилу-М – 0,063 мг/кг, пендиметаліну – 1,58 мг/кг, гліфосату – 1,8 мг/кг, спіродиклофену – 0,041 мг/кг, абабектину – <0,01 мг/кг.

Виявлені перевищення гігієнічних нормативів у ґрунті описані в Розділі 4.4. Із збільшенням терміну досліджень концентрації фунгіцидів, інсектицидів і гербіцидів поступово знижувались і при зборі врожаю ягідних та баштанних культур в АПС їх не виявляли (табл. 5.1, рис. 5.1 а, б, в, 5.2, 5.3).

Таблиця 5.1

Результати дослідження вмісту діючих речовин у пробах ґрунту при штанговій обробці ягідних та баштанних культур ($M \pm m$, $n=3$)

Препарат	Діюча речовина	Вміст діючих речовин у ґрунті через, мг/кг			
		1 годину	3 доби	7 діб	День врожаю
Фунгіциди					
Кітч	флудіоксоніл	<0,2*	<0,2*	<0,2*	<0,2*
	ципродиніл	0,28±0,03	0,21±0,01	0,17±0,01	<0,05*
Тринол	фенгексамід	0,38±0,03	0,21±0,01	0,17±0,01	<0,1*
Світч	ципродиніл	0,32±0,05	0,2±0,02	0,18±0,02	<0,05*
	флудіоксоніл	<0,2*	<0,2*	<0,2*	<0,2*
Сігнум	боскалід	0,43±0,01	0,42 ±0,01**	0,21±0,01***	<0,1*
	піраклостробін	0,13±0,003	0,1 ±0,003**	< 0,1***	<0,1*
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,08±0,01	0,072±0,008	0,065±0,008	<0,02*
	флуксапіроксад	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,067±0,011	<0,05*	<0,05*	<0,05*
	хлорокис міді	6,8±0,3	6,9±0,3	6,7±0,2	<0,1*
Юніформ	азоксистробін	-	0,1±0,02	0,075±0,011	<0,01*
	металаксил-М	-	0,063±0,011	<0,05	<0,05*
Гербіциди					
Стомп Аква	пендиметалін	1,58±0,25	1,24±0,11	1,05±0,18	<0,01*
Герболекс	гліфосат	1,8±0,1	1,0±0,01	0,5±0,01	<0,07*
Інсектициди					
Протект	спіродиклофен	0,041±0,005	<0,02*	<0,02*	<0,02*
Вертімек	абамектин	<0,01*	<0,01*	<0,01*	<0,01*

Примітки: 1. «*» - нижче межі кількісного визначення в ґрунті; 2. «-» - дослідження не проводили; 3. «**» - 7 доба дослідження; 4. «***» - 21 доба дослідження.

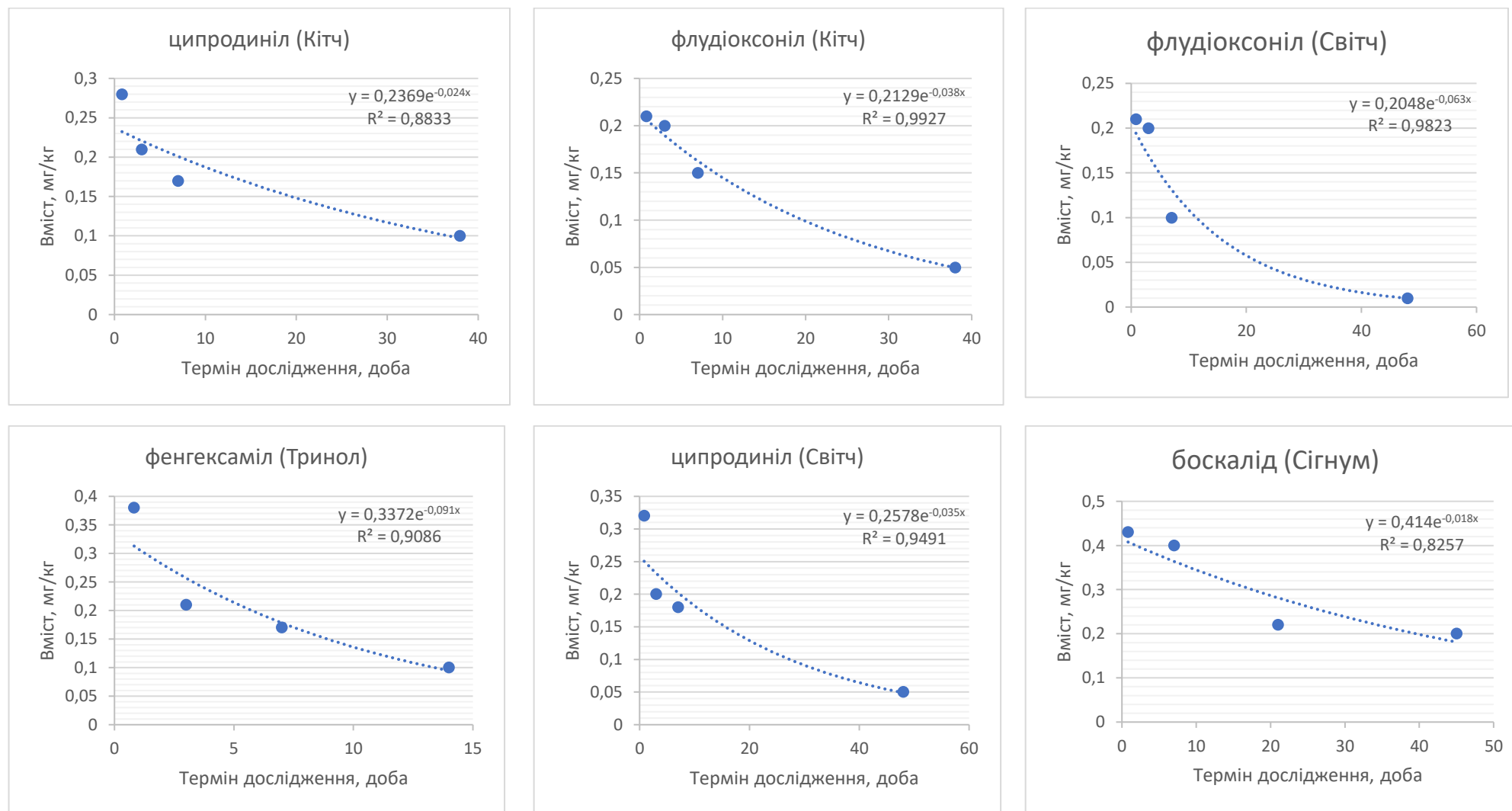


Рис. 5.1 а – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштаних культурах в умовах АПС

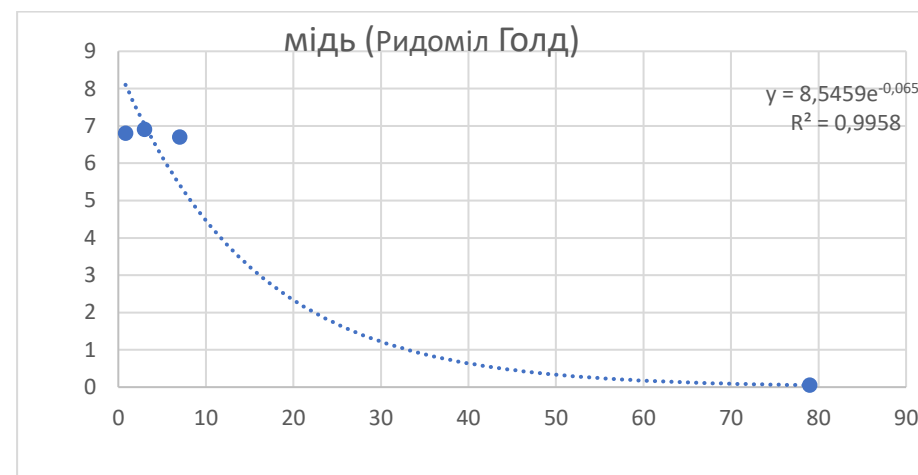
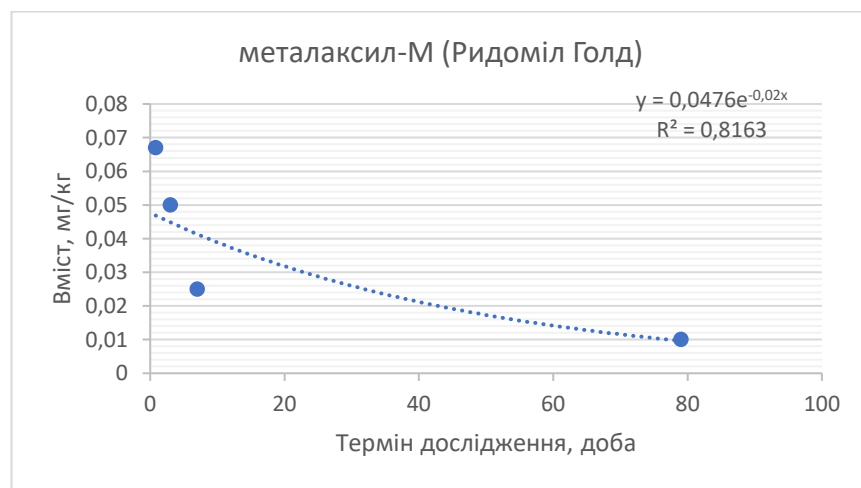
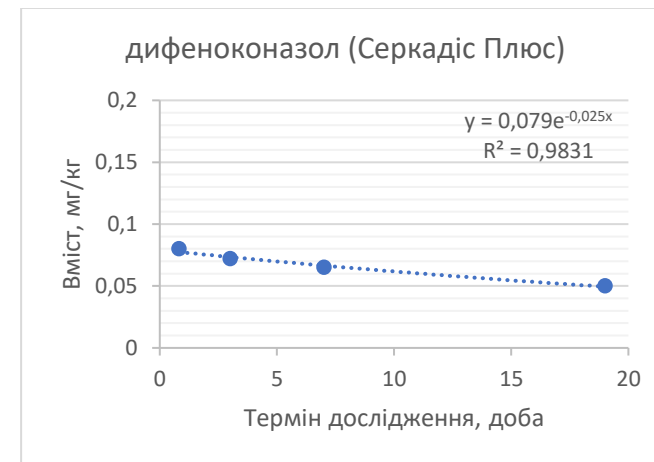
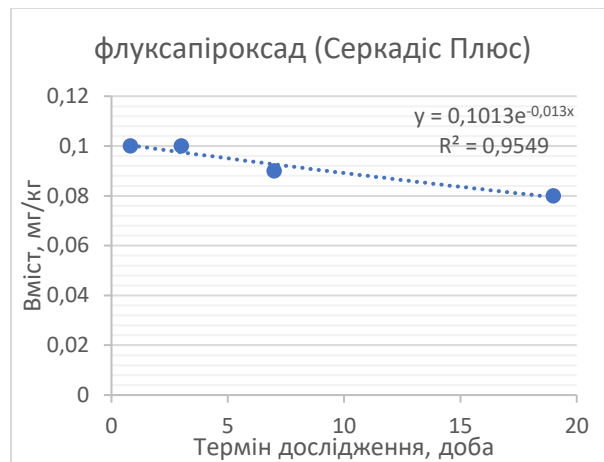
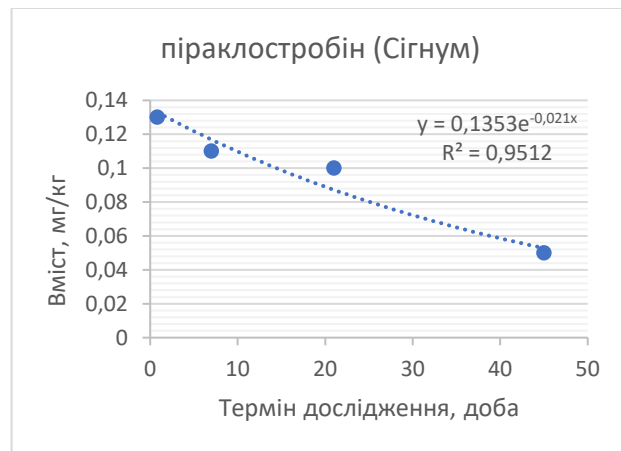


Рис. 5.1 б – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в умовах АПС

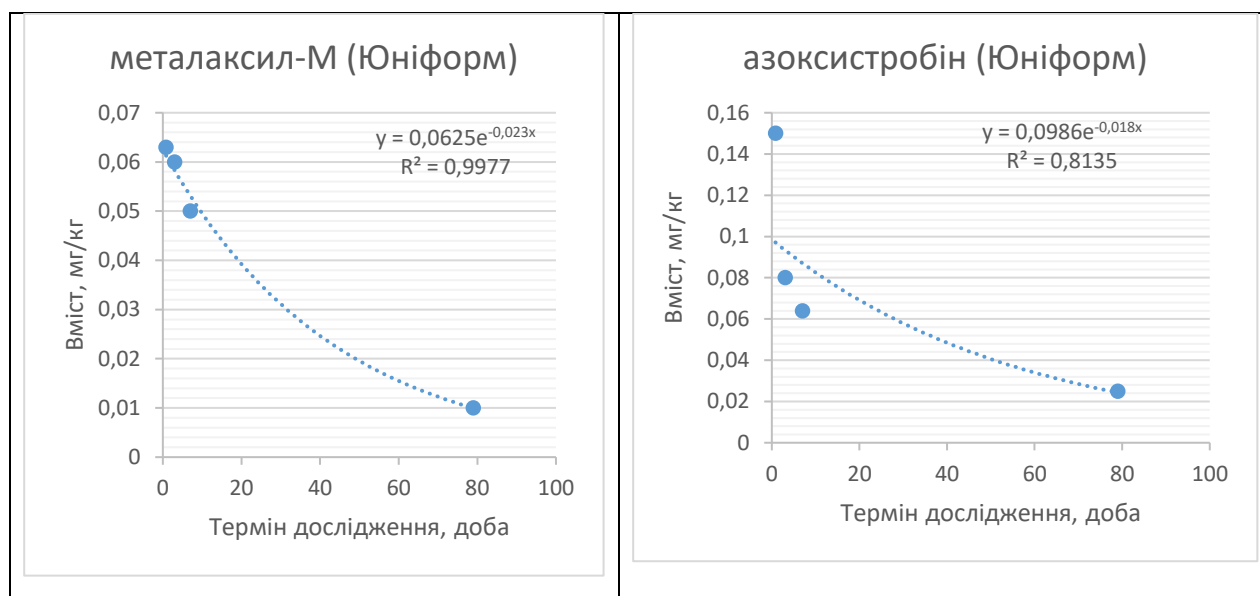


Рис. 5.1 в – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в умовах АПС

В результаті математичного моделювання отримані кінетичні рівняння, які дозволяють моделювати поведінку досліджуваних діючих речовин у ґрунті (табл. 5.2). Значення коефіцієнту детермінації знаходилося в діапазоні від 0,8135 до 0,9977, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

ДСанПіН 8.8.1.002-98, включає 4 класи речовин за стабільністю у ґрунті: I клас – T_{50} складає більше 120 діб (високостійкі), II клас – T_{50} становить 31 – 60 діб (стійкі), III клас – T_{50} в межах 11 – 30 діб (помірно стійкі), IV клас – T_{50} менше 11 діб (малостійкі).

На підставі проведених натурних досліджень залишкових кількостей пестицидів у ґрунті в умовах АПС, було встановлено, що показники T_{50} для д.р. фенгексаміду та флудіоксонілу (препарат Світч), гліфосату, спіродиклофену, абамектину менше 11 діб (IV клас небезпеки, малостійкі). Для д.р. флудіоксонілу (препарат Кітч), ципродинілу в межах 11 – 30 діб (III клас, помірно стійкі), Показник T_{50} для д.р. боскаліду, піраклостробіну, пендиметаліну, флуksапіроксаду T_{50} є в діапазоні 33,26 – 53,92 (II клас, стійкі).

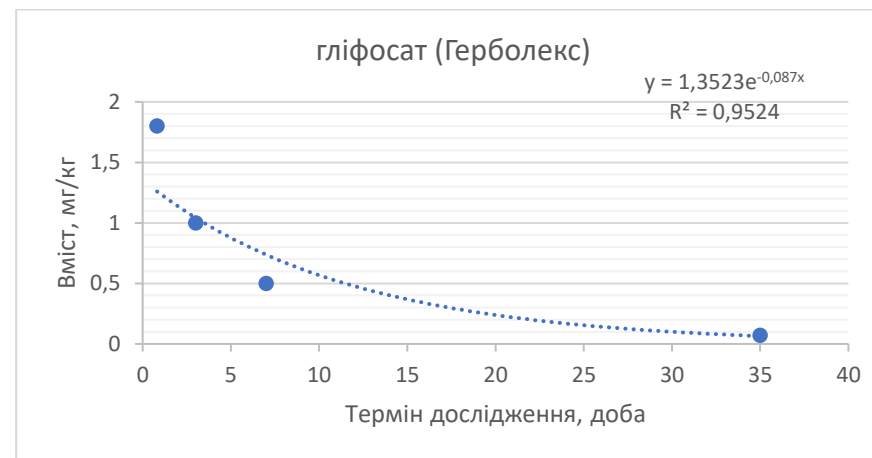
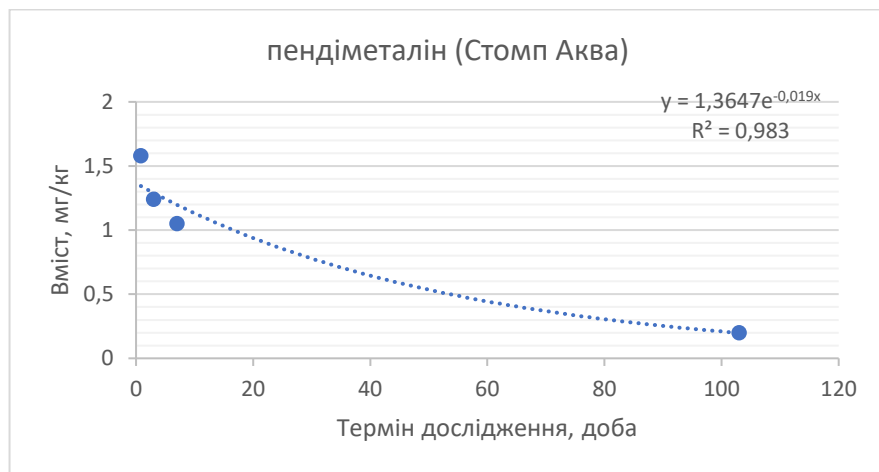


Рис. 5.2 – Динаміка деградації досліджуваних гербіцидів у ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в умовах АПС

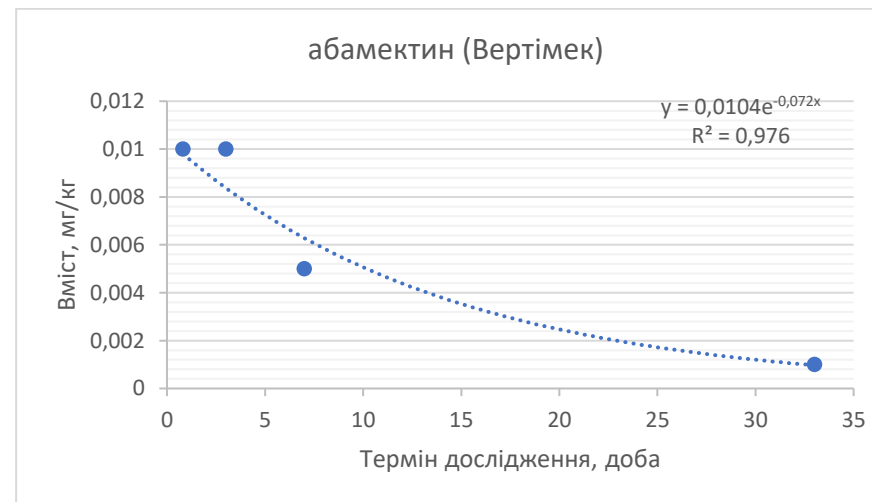
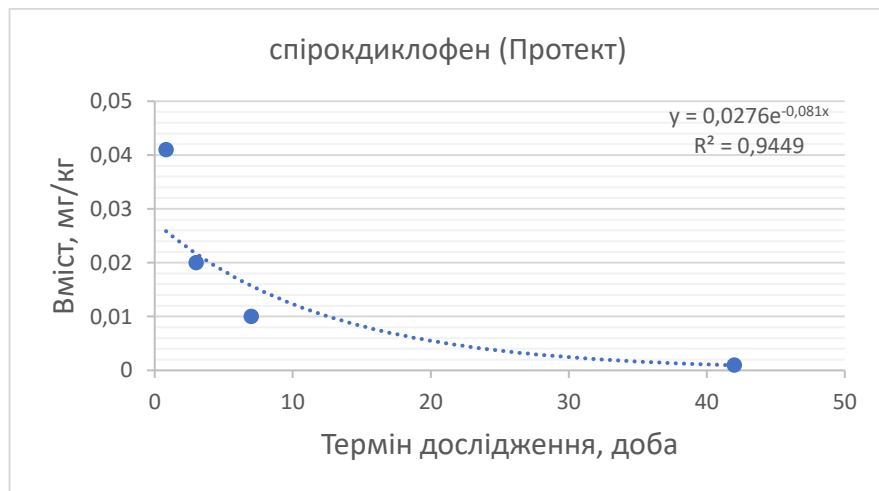


Рис. 5.3 – Динаміка деградації досліджуваних інсектицидів у ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в умовах АПС

Таблиця 5.2

Кінетичні рівняння швидкості деградації досліджуваних пестицидів після їх застосування на ягідних та баштанних культурах в промисловому секторі

Препарат	Діюча речовина	Культура	Кінетичне рівняння/Коефіцієнт детермінації (R^2)	Фунгіциди
Кітч	ципродиніл	суниця	$y = 0,2369e^{-0,024x}$ $R^2 = 0,8833$	
	флудіоксоніл		$y = 0,2129e^{-0,038x}$ $R^2 = 0,9927$	
Тринол	фенгексамід	суниця	$y = 0,3372e^{-0,091x}$ $R^2 = 0,9086$	
Світч	ципродиніл	лохина	$y = 0,2578e^{-0,035x}$ $R^2 = 0,9491$	
	флудіоксоніл		$y = 0,2048e^{-0,063x}$ $R^2 = 0,9823$	
Сігнум	боскалід	полуниця	$y = 0,414e^{-0,018x}$ $R^2 = 0,8257$	
	піраклостробін		$y = 0,1353e^{-0,021x}$ $R^2 = 0,9512$	
Серкадіс Плюс	флуксапіроксад	кавун	$y = 0,1013e^{-0,013x}$ $R^2 = 0,9549$	
	дифеноконазол		$y = 0,079e^{-0,025x}$ $R^2 = 0,9831$	
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавун	$y = 0,0476e^{-0,02x}$ $R^2 = 0,8163$	Гербициди
	хлорокис міді		$y = 8,5459e^{-0,065x}$ $R^2 = 0,9958$	
Юніформ	азоксистробін	кавун	$y = 0,0986e^{-0,018x}$ $R^2 = 0,8135$	Інсектициди
	металаксил-М		$y = 0,0625e^{-0,023x}$ $R^2 = 0,9977$	
Стомп Аква	пендиметалін	полуниця	$y = 1,3647e^{-0,019x}$ $R^2 = 0,983$	Інсектициди
Герболекс	гліфосат	кавуни	$y = 1,3523e^{-0,087x}$ $R^2 = 0,9524$	
Протект	спіродиклофен	полуниця	$y = 0,0276e^{-0,081x}$ $R^2 = 0,9449$	Інсектициди
Вертімек	абамектин	полуниця	$y = 0,0104e^{-0,072x}$ $R^2 = 0,976$	

Найвищу стабільність має флуксапіроксад, який відноситься до стійких згідно ДСанПіН 8.8.1.002-98 та входить до складу препарату Серкадіс Плюс, рекомендованого для захисту кавунів. Діючі речовини боскалід, піраклостробін, пендиметалін входять до складу препаратів, рекомендованих для захисту полуниці та теж відносяться до стійких діючих речовин. Найнижчу стабільність виявлено в фенгексаміду, спіродиклофену та гліфосату.

5.1.2 Закономірності поведінки різних груп пестицидів у ґрунті, при їх застосуванні на ягідних та багаторічних культурах в ОПГ

Надмірне використання, токсичність і екологічна стійкість пестицидів негативно впливають на біорізноманіття водних екосистем і здоров'я населення. Пестициди є однією з головних загроз для поверхневих вод, включаючи водно-болотні угіддя та їхні спільноти [239]. Будь-яка інформація про стійкість, розподіл ґрунт-вода-рослини та шляхи трансформації цих речовин у водних екосистемах є важливою для майбутнього ефективного управління пестицидами [240].

Згідно чинного законодавства в Україні [241, 242, 243] кожний громадянин має право на споживання безпечних харчових продуктів, питної води та ін.

Однак широке використання пестицидів також означає, що вони з'являються та накопичуються в ґрунті, глині або у зразках води через гідрофобність молекул [244] та можуть негативно впливати на здоров'я населення при споживанні контамінованої пестицидами води [245].

Залишкові кількості д.р. препаратів у ґрунті здійснили методами ГРХ, ВЕРХ, ААС (табл. 2.4).

Визначення вмісту досліджуваних груп пестицидів в ґрунті показало, що практично усі аналізовані д.р. виявляли в початкові строки дослідження. Початкові концентрації складали для дифеноконазолу складали 0,05 мг/кг, азоксистробіну – 0,041 мг/кг, пенконазолу – 0,05-0,04 мг/кг, металаксилу-М – 0,06 мг/кг, міді (рухомі фази) – 0,63 мг/кг, S-метолахлору – 1,6 мг/кг, абамектину – 0,015 мг/кг.

В подальші терміни дослідження залишкові концентрації фунгіцидів, інсектицидів і фунгіцидів поступово знижувались і при зборі врожаю ягідних та баштанних культур їх не виявляли (табл. 5.3, рис. 5.4, 5.5).

Таблиця 5.3

Результати дослідження вмісту діючих речовин у пробах ґрунту при ранцевій обробці ягідних та баштанних культур ($M \pm m$, $n=3$)

Препарат, норма витрати, л(кг)/га	Діюча речовина	Вміст діючих речовин у ґрунті, мг/кг через:				
		1 годину	3 доби	7 діб	14 діб	День врожаю
Фунгіциди						
Амістар Голд, 12 мл на 5 л води/100 м ²	дифено- коназол	0,05± 0,01	0,021± 0,004	<0,02*	-	<0,02*
	азокси- стробін	0,041± 0,008	0,035± 0,005	0,022± 0,005	-	<0,01*
Топаз (№1), 15 мл на 10 л води/100 м ²	пенконазол	0,05± 0,013	-	0,05± 0,011	0,04± 0,011	<0,005*
Топаз(№ 2) , 15 мл на 10 л води/100 м ²	пенконазол	0,04± 0,009	-	0,051± 0,001	0,048± 0,008	<0,005*
Топаз (№ 3) , 15 мл на 10 л води/100 м ²	пенконазол	0,04± 0,001	-	0,04± 0,009	0,04± 0,007	<0,005*
Топаз (№ 4) , 15 мл на 10 л води/100 м ²	пенконазол	0,05± 0,013	-	0,04± 0,011	0,04± 0,01	<0,005*
Ридоміл Голд, 50 г на 5 л води/100 м ²	металаксил- М	0,06± 0,01	<0,05*	<0,05*	-	<0,05*
	хлорокис міді	0,63± 0,02	0,67± 0,01	0,64± 0,01	-	0,15± 0,01
Гербіциди						
Дуал Голд, 16 мл на 5 л води/100 м ²	S- метолахлор	1,6±0,1	0,76± 0,13	0,45± 0,04	-	<0,02*
Інсектициди						
Вертімек, 10 мл на 5 л води/100 м ²	абамектин	0,015± 0,001	<0,01*	<0,01*	-	<0,01*

Примітки: 1. «*» - нижче межі кількісного визначення в ґрунті; 2. «-» - дослідження не проводили.

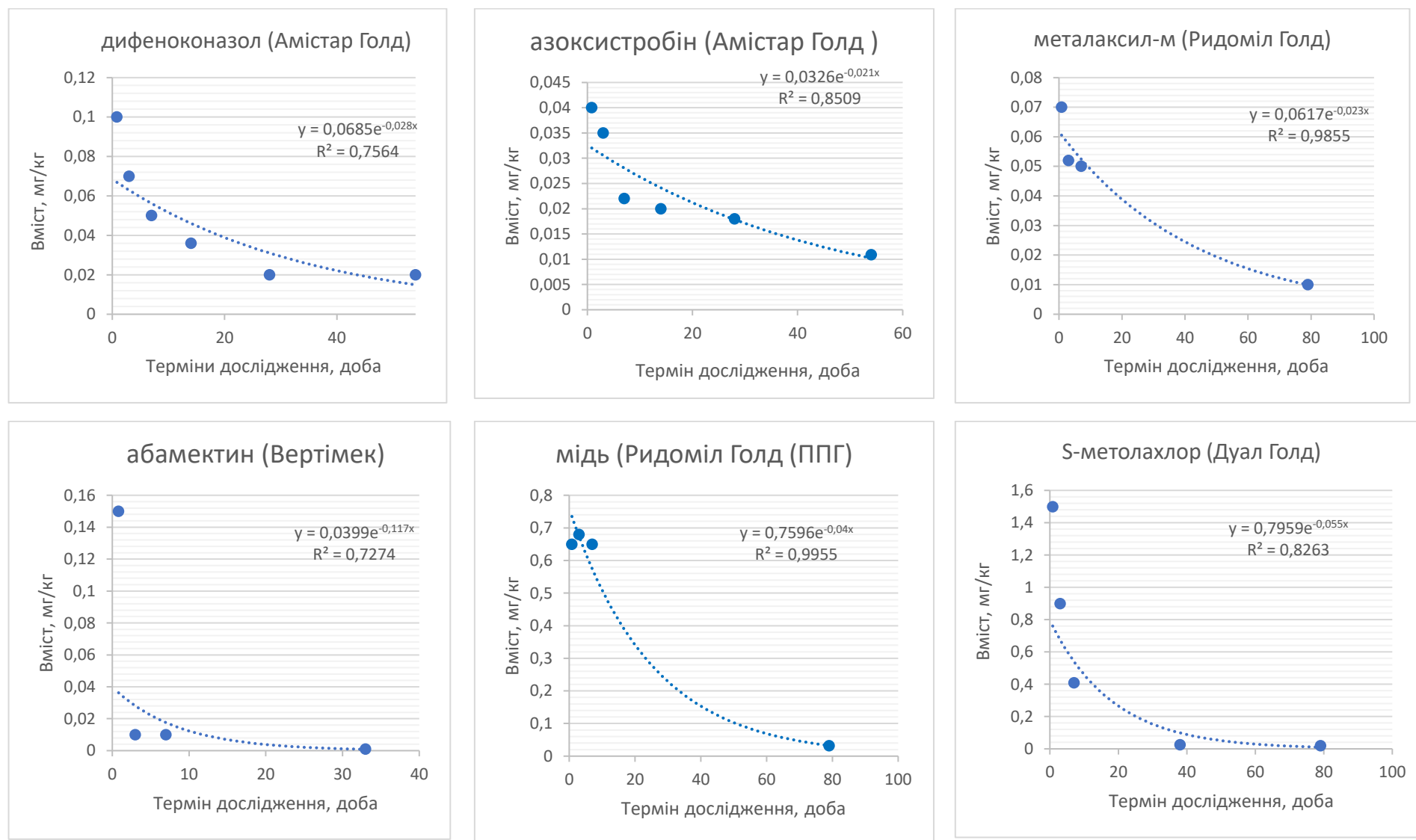


Рис. 5.4 – Динаміка деградації досліджуваних пестицидів у ґрунті, при їх застосування на ягідних та баштанних культурах в умовах ОПГ

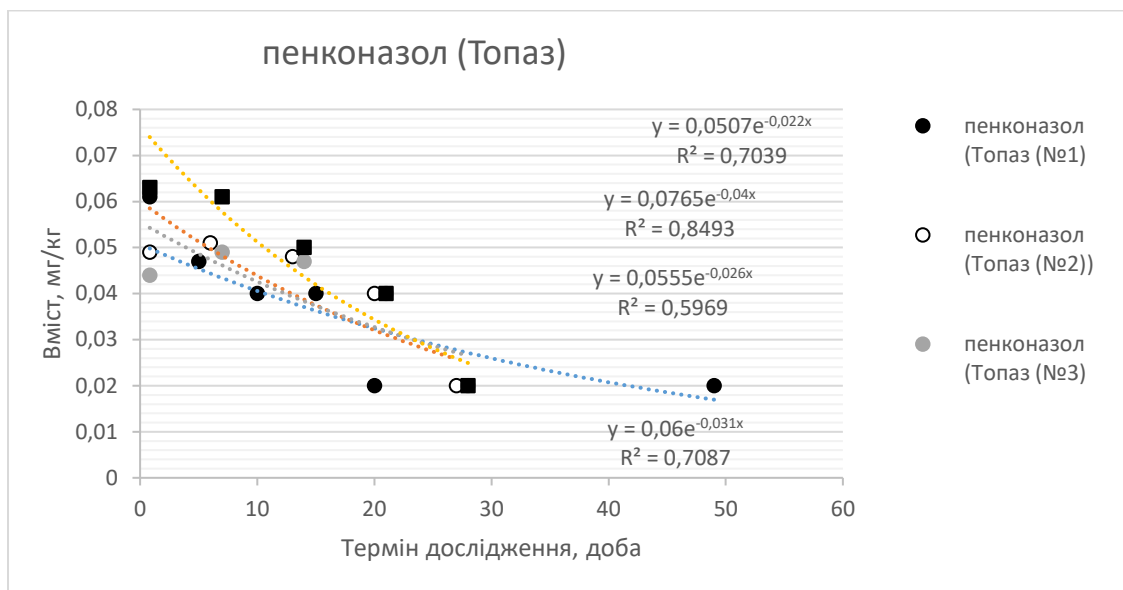


Рис. 5.5 – Динаміка деградації досліджуваних пестицидів у ґрунті, при їх застосування на ягідних та баштанних культурах в умовах ОПГ

Результати натурних досліджень щодо вмісту досліджуваних пестицидів у ґрунті аналізували за допомогою методу математичного моделювання використавши експоненціальну модель [174]. Для досліджуваних д.р. були розраховані K , T_{50} , які використані для прогнозу їх стійкості та небезпечності. Процеси руйнації у всіх випадках підкорялись експоненційній залежності (табл. 2.5).

В результаті математичного моделювання отримані кінетичні рівняння, які дозволяють моделювати поведінку досліджуваних діючих речовин у ґрунті (табл. 5.4). Значення коефіцієнту детермінації знаходилось в діапазоні від 0,7274 до 0,9955, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

Отримані параметри стійкості досліджуваних діючих речовин наведено в (табл. 5.4). Діючі речовини азоксистробін, пенконазол, металаксил-М розкладались у ґрунті з T_{50} в діапазоні 31-60 діб, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – 11-30 діб, абамектин – менше 11 діб. Відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [136] азоксистробін, пенконазол, металаксил-М належать до II класу, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – до III класу, абамектин – IV класу небезпечності.

Таблиця 5.4

Кінетичні рівняння швидкості деградації досліджуваних пестицидів після їх застосування на ягідних та баштанних культурах в приватному секторі

Препарат	Діюча речовина	Кінетичне рівняння	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Фунгіциди			
Амістар Голд	дифеноконазол	$y = 0,0685e^{-0,028x}$	0,7564
	азоксистробін	$y = 0,032e^{-0,021x}$	0,8509
Топаз	пенконазол	$y = 0,0765e^{-0,04x}$	0,8493
Ридоміл Голд	металаксил-М	$y = 0,0617e^{-0,023x}$	0,9855
	мідь	$y = 0,7596e^{-0,04x}$	0,9955
Гербіцид			
Дуал Голд	S-метолахлор	$y = 0,7959e^{-0,055x}$	0,8263
Інсектицид			
Вертімек	абамектин	$y = 0,0399e^{-0,117x}$	0,7274

5.2 Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води та оцінка ризику для населення в умовах АПС

Однією із цілей Закону України «Про основні засади (стратегію державної екологічної політики України на період до 2030 року» є зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на екосистеми, соціально-економічний розвиток та здоров'я населення. Серед багатьох завдань є забезпечення та сприяння використанню пестицидів з мінімальним негативним впливом на флору, фауну та здоров'я людини [246]. Як відомо, пестициди мігрують по ланцюгу ґрунт-рослина-тварина-людина. Різна хімічна стійкість пестицидів зумовлює динаміку міграції у біологічному харчовому ланцюзі та наявність їх залишкових кількостей в об'єктах навколишнього середовища [247]. Дуже важливо проводити оцінку ризику для населення (непрофесійних контингентів) при пероральному потраплянні діючих речовин з продуктами та водою [248].

Проведена гігієнічна оцінка стійкості у ґрунті пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур в АПС та прогнозування ризику забруднення ними ґрунтових вод.

Натурні дослідження з визначення досліджуваних пестицидів проводили в різних ґрунтово-кліматичних зонах України в АПС при проведенні штангової обробки та крапельному зрошенні (препарат Юніформ).

Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води проведено за показником SCI-GROW (скринінг концентрації в ґрунтових водах) [179].

Результати розрахунків величин SCI-GROW досліджуваних д.р., що рекомендовано до застосування в АПС, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах України наведено в (табл. 5.5, 5.6). Показано, що у більшості випадків показник SCI-GROW на порядок нижче при застосуванні пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України.

На наступному етапі нами було розраховано показники: максимально можливе добове надходження пестициду з водою (ММДНВ), допустиме добове надходження пестициду з водою (ДДНВ) та ризик негативного впливу на організм людини досліджуваних д.р. при їх вимиванні у воду (Р), які наведені в (табл. 5.7). Розрахунки проведені відповідно методики [183].

Величини ризику для досліджуваних фунгіцидів становили $1,03 \times 10^{-06}$ - $8,18 \times 10^{-05}$, гербіцидів – $9,49 \times 10^{-05}$ - $3,783 \times 10^{-04}$, інсектицидів – $5,49 \times 10^{-06}$ - $3,11 \times 10^{-05}$.

Таким чином, для всіх діючих речовин отримана величина ризику (Р) становила менше 1, отже ризик є допустимим.

Таблиця 5.5

Величини стійкості досліджуваних фунгіцидів у ґрунті та величини їх скринінг концентрації (SCI-GROW) в ґрунтових водах в АПС

Діюча речовина /МНВ	Флудіоксоніл/ 1,0 кг/га двократно	Ципродиніл/ 1,0 кг/га двократно	Фенгексамід/ 1,5 кг/га двократно	Ципродиніл/ 1,0 кг/га двократно	Флудіоксоніл/ 1,0 кг/га двократно	Боскалід/ 1,5 кг/га двократно	Піраклостробін/ 1,5 кг/га двократно
Препарат	Кітч		Тринол	Світч		Сігнум	
Культура	суниця		суниця	лохина		суниця	
SCI-GROW*	$3,0 \times 10^{-03}$	$1,5 \times 10^{-02}$	$1,87 \times 10^{-02}$	$1,28 \times 10^{-02}$	$3,0 \times 10^{-03}$	$4,91 \times 10^{-02}$	$1,23 \times 10^{-03}$
SCI-GROW**	$5,35 \times 10^{-03}$	$2,17 \times 10^{-02}$	$5,09 \times 10^{-05}$	$2,17 \times 10^{-02}$	$5,35 \times 10^{-03}$	$2,14 \times 10^{-01}$	$5,45 \times 10^{-03}$
K_{oc}	145600	2277	475	2277	145600	772	9304
K	-0,04±0,001	-0,02±0,001	0,09±0,003	-0,03±0,001	-0,06±0,001	-0,02± 0,001	-0,02±0,001
T_{99}	118,26±2,581	195,99±11,819	50,82±1,714	133,90±6,374	72,03±0,709	253,97±2,099	221,72±6,614
T_{95}	77,12±1,684	127,82±7,708	33,14±1,119	92,11±2,743	46,97±0,462	165,63±1,369	144,60±4,310
T_{50}	17,74±0,387	29,40±1,773	7,62±0,257	21,19±0,631	10,80±0,106	38,10±0,315	33,26±0,992

Продовження табл. 5.5

Діюча речовина /МНВ	Дифеноконазол/ 1,0 кг/га трикратно	Флуксапіроксад/ 1,0 кг/га трикратно	Металаксил-М/ 5,0 кг/га двократно	Хлорокис міді/ 5,0 кг/га двократно	Азоксистробін/ 0,5 л/га трикратно	Металаксил- М/ 0,5 л/га трикратно
Препарат	Серкадіс Плюс		Ридоміл Голд		Юніформ	
Культура	кавун		кавун		кавун	
SCI-GROW*	$1,98 \times 10^{-03}$	$1,91 \times 10^{-02}$	$8,59 \times 10^{-02}$	$2,32 \times 10^{-02}$	$3,72 \times 10^{-02}$	$7,48 \times 10^{-03}$
SCI-GROW**	$1,63 \times 10^{-02}$	$1,84 \times 10^{-01}$	$8,40 \times 10^{-02}$	$2,84 \times 10^{-06}$	$1,12 \times 10^{+00}$	$8,40 \times 10^{-02}$
K_{oc}	3760	728	78,9	1000	589	78,9
K	-0,02±0,004	-0,01± 0,001	-0,02±0,0003	-0,06±0,0003	-0,02±0,001	-0,02±0,001
T_{99}	200,54±35,442	359,46±4,178	234,54±3,553	70,92±0,334	247,81±8,612	196,51±5,823
T_{95}	130,79±23,115	234,43±2,725	152,96±2,320	46,25±0,218	161,62±5,615	128,16±3,800
T_{50}	30,08±5,316	53,92±0,627	35,18±0,533	10,64±0,050	37,17±1,291	29,48±0,874
МНВ	максимальна норма витрати					
SCI-GROW*	(мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах України					
SCI-GROW**	(мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, за даними ЄС [135]					
МНВ	максимальна норма витрати д.р., кг/га при максимальній кількості обробок					
K_{oc}	коефіцієнт сорбції органічним вуглецем, за даними ЄС [135]					
K	константа швидкості руйнації					
T_{99}	період розкладу 99 % вихідної кількості речовини					
T_{95}	період розкладу 95 % вихідної кількості речовини					
T_{50}	період напіврозкладання, період розкладання 50 % вихідної кількості речовини					

Таблиця 5.6

Величини стійкості досліджуваних гербіцидів та інсектицидів у ґрунті та величини їх скринінг концентрації в ґрунтових водах в АПС

Діюча речовина /МНВ	Пендиметалін 3,5 л/га, двократно	Гліфосат 8л/га, однократно	Спіродиклофен 0,6 л/га, однократно	Абамектин 1,0 л/га, двократно
	гербіциди		інсектициди	
Препарат	Стомп Аква	Герболекс	Протект	Вертімек
Культура	полуниця	диня	полуниця	полуниця
SCI-GROW*	$1,91 \times 10^{-02}$	$3,9 \times 10^{-02}$	$8,64 \times 10^{-04}$	$2,44 \times 10^{-04}$
SCI-GROW**	$5,35 \times 10^{-03}$	$5,44 \times 10^{-03}$	$5,35 \times 10^{-03}$	-
K_{oc}	17491	1424	31037	6631
K	$0,02 \pm 0,001$	$-0,09 \pm 0,001$	$-0,09 \pm 0,009$	$-0,07 \pm 0,00$
T_{99}	$247,45 \pm 10,807$	$53,08 \pm 0,357$	$52,48 \pm 4,595$	$63,96 \pm 0,00$
T_{95}	$161,38 \pm 7,046$	$38,29 \pm 3,669$	$34,23 \pm 2,997$	$41,71 \pm 0,00$
T_{50}	$37,12 \pm 1,621$	$7,96 \pm 0,054$	$7,87 \pm 0,689$	$9,59 \pm 0,00$
МНВ	максимальна норма витрати			
SCI-GROW*	(мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах України			
SCI-GROW**	(мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, за даними ЄС [135]			
МНВ	максимальна норма витрати д.р., кг/га при максимальній кількості обробок			
K_{oc}	коефіцієнт сорбції органічним вуглецем, за даними ЄС [135]			
K	константа швидкості руйнації			
T_{99}	період розкладу 99 % вихідної кількості речовини			
T_{95}	період розкладу 95 % вихідної кількості речовини			
T_{50}	період напіврозкладання, період розкладання 50 % вихідної кількості речовини			

Таблиця 5.7

Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні води

Препарат	Діюча речовина	N, кг (л)/га	ММДНВ, мкг/добу	ДДД, мг/кг	ДДН, мкг/добу	ДДНВ мкг/добу	P
Фунгіциди							
Кітч	ципродиніл	0,375	0,016875	0,03	1800	360	$4,69 \times 10^{-05}$
	флудіоксоніл	0,25	0,00225	0,015	900	180	$1,25 \times 10^{-05}$
Тринол	фенгексамід	0,75	0,042075	0,18	10800	2160	$1,95 \times 10^{-05}$
Світч	ципродиніл	0,375	0,0144	0,03	1800	360	$4,0 \times 10^{-06}$
	флудіоксоніл	0,25	0,00225	0,015	900	180	$1,25 \times 10^{-05}$
Сігнум	боскалід	0,4005	0,058994	0,04	2400	480	$1,23 \times 10^{-05}$
	піраклостробін	0,1005	0,000371	0,03	1800	360	$1,03 \times 10^{-06}$
Серкадіс Плюс	флуксапіроксад	0,075	0,004298	0,02	1200	240	$1,79 \times 10^{-05}$
	дифенокназол	0,050	0,000297	0,002	120	24	$1,24 \times 10^{-05}$
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,1	0,02577	0,03	1800	360	$7,16 \times 10^{-05}$
	хлорокис міді	0,705	0,049068	0,05	3000	600	$8,18 \times 10^{-05}$
Юніформ	азоксистробін	0,161	0,017968	0,03	1800	360	$4,99 \times 10^{-05}$
	Металаксил-М	0,062	0,001391	0,03	1800	360	$3,86 \times 10^{-06}$
Гербіциди							
Стомп Аква	пендиметалін	1,59	0,091107	0,008	480	96	$9,49 \times 10^{-05}$
Герболекс	гліфосат	3,88	0,45396	0,01	600	120	$3,783 \times 10^{-04}$
Інсектициди							
Протект	спіродиклофен	0,144	0,000373	0,001	60	12	$3,11 \times 10^{-05}$
Вертімек	абамектин	0,018	$1,32 \times 10^{-05}$	0,0002	12	2,4	$5,49 \times 10^{-06}$
M±m			0,05±0,03	-	-	368,96±135,91	0,000347±0,000253

Примітка: N – максимальна норма витрати пестициду, з урахуванням кратності обробок, кг(л)/га.

5.3 Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води та оцінка ризику для населення в умовах ОПГ

Питання безпечності ґрунтових вод при застосування пестицидів в ОПГ при вирощуванні сільськогосподарських культур є особливо актуальним на території України. Оскільки близько 70% населення сільської місцевості користується ґрунтовими водами для питних потреб. Отримані результати слід використовувати при вирішенні питання здійснення моніторингу залишків пестицидів у воді водойм, що використовуються для питних потреб.

Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води проведено за показником SCI-GROW [179]. Розрахунок показника SCI-GROW здійснювали за допомогою програми SG2.3 (табл. 5.9) [180].

Результати обчислень величин SCI-GROW досліджуваних діючих речовин, а також порівняльний аналіз отриманих величин з аналогічними показниками, отриманими в умовах застосування в країнах ЄС наведено в (табл. 5.8, 5.9). Показано, що у більшості випадків показник SCI-GROW на порядок нижче при застосуванні пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України.

Величина SCI-GROW була використана нами для оцінки ризику для населення (табл. 5.9) з використанням методики оцінки ризику запропонованої фахівцями Інституту гігієни та екології НМУ імені О.О. Богомольця [183].

Комплексна оцінка ризику небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту в ґрунтові води для населення, за умови їх застосування в приватному секторі, показала наявні величини ризику на 3-6 порядків нижче припустимого і знаходяться в межах від $4,46 \times 10^{-06}$ для абаментину до $2,77 \times 10^{-03}$ – для S-метолахлору (табл. 5.10).

Таблиця 5.8

Величини скринінг концентрацій досліджуваних пестицидів в ґрунтових водах (SCI-GROW), при їх застосуванні в умовах ОПГ

Діюча речовина	Дифеноконазол	Азоксистробін	Пенконазол	S-метолахлор	Абамектин
MHB	0,15	0,15	0,04	1,536	0,018
Препарат	Амістар Голд		Топаз	Дуал Голд	Вертімек
культура	суниця		чорна смородина	кавун	суниця
SCI-GROW*	$3,73 \times 10^{-03}$	$2,07 \times 10^{-02}$	$1,69 \times 10^{-03}$	$7,21 \times 10^{-02}$	$1,98 \times 10^{-04}$
SCI-GROW**	$1,63 \times 10^{-02}$	$3,83 \times 10^{-01}$	$3,02 \times 10^{-02}$	$1,01 \times 10^{01}$	-
SCI-GROW*	результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах України				
SCI-GROW**	результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах країн ЄС [135]				
MHB	максимальна норма витрати діючої речовини, кг/га при максимальній кількості обробок				

Таблиця 5.9

Величини стійкості досліджуваних пестицидів у ґруні в ОПГ

Діюча речовина	Дифеноконазол	Азоксистробін	Пенконазол				S-метолахлор	Абамектин
Препарат/культура	Амістар Голд/суниця		Топаз/чорна смородина				Дуал Голд/кавун	Вертімек/суниця
			Київська обл.	Київська обл.	Вінницька обл.	Полтавська обл.		
К	-0,03±0,002	-0,02±0,001	-0,02±0,003	-0,02±0,004	-0,02±0,001	-0,03±0,005	-0,05±0,001	-0,12±0,001
T99	165,16±11,008	218,98±11,661	264,4±42,632	195,71±32,555	195,28±10,573	158,61±27,378	84,66±1,301	39,28±0,196
T95	107,71±7,181	142,81±7,605	172,43±27,805	127,63±21,233	127,35±6,894	103,44±17,858	55,21±0,848	25,62±0,128
T50	24,77±1,651	32,85±1,749	39,66±6,395	29,36±4,884	30,97±0,202	23,79±4,107	12,70±0,195	5,89±0,029
К	константа швидкості руйнації							
T99	період розкладу 99 % вихідної кількості речовини							
T95	період розкладу 95 % вихідної кількості речовини							
T50	період напіврозкладання, період розкладання 50 % вихідної кількості речовини							

Таблиця 5. 10

Комплексна оцінка ризику небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту в ґрунтові води, за умови їх застосування в приватному секторі

Препарат	Діюча речовина	N	ММДНВ	ДДД	ДДН	ДДНВ	P
Фунгіциди							
Амістар	дифеноконазол	0,15	0,001679	0,002	120	24	$6,99 \times 10^{-05}$
Голд	азоксистробін	0,15	0,009315	0,03	1800	360	$2,59 \times 10^{-05}$
Топаз	пенконазол	0,04	0,000455	0,007	420	84	$5,41 \times 10^{-06}$
Гербицид							
Дуал Голд	S-метолахлор	1,536	0,332237	0,01	600	120	$2,77 \times 10^{-03}$
Інсектицид							
Вертімек	абамектин	0,018	$1,07 \times 10^{-05}$	0,0002	12	2,4	$4,46 \times 10^{-06}$

Примітки: N – максимальна норма витрати пестициду, з урахуванням кратності обробок, кг(л)/га; ММДНВ – максимально можливе добове надходження пестициду з водою, мг/кг; ДДН – допустиме добове надходження пестициду, мг/кг; ДДНВ – допустиме добове надходження пестициду з водою.

Оцінка ризику для населення проведена в інших країнах показала, що залишкові кількості стійких пестицидів визначаються у воді. Проте потенційний ризику для здоров'я населення не перевищував одиниці, що вказувало на незначний ризик для здоров'я [249].

На сьогодні основним видом питного водопостачання населення в Україні є централізоване з використанням в якості джерел як поверхневих водойм, так і підземних (міжпластових) вод з глибоко залеглих водоносних горизонтів. Водночас таким водопостачанням у країні охоплено лише 22,1% сільських населених пунктів та 86,7% селищ міського типу тобто переважна більшість сільського населення отримує воду в умовах нецентралізованого водопостачання, а саме з шахтних і трубчастих колодязів, каптажів джерел та індивідуальних свердловин. Нецентралізоване водопостачання є найпроблемнішим в Україні, зокрема з огляду на антропогенне забруднення, оскільки джерела такого водопостачання часто не мають надійного захисту.

Серед головних забруднювачів таких джерел на аграрних територіях України є органо-мінеральні, фосфатно-калійні добрива та хімічні засоби захисту рослин [250]. Питна вода може бути забруднена пестицидами, оскільки пестициди можуть потрапляти в поверхневі або ґрунтові води, які зазвичай вважаються важливими джерелами питної води. Пестициди, які містяться в питній воді, можуть мати потенційний вплив на здоров'я людини залежно від кількості та токсичності пестицидів і частоти/тривалості контакту людини із забрудненою питною водою [251].

Оскільки досліджувані пестициди раніше не застосовувались на ягідних та баштанних культурах та знаходяться на етапі перед реєстраційних випробувань на цих культурах, дуже важливою є оцінка потенційного ризику для здоров'я населення забруднення поверхневих та підземних вод.

Для оцінки ризику для населення при споживанні контамінованих ґрунтових та поверхневих вод нами було використано методику [252]. На першому етапі ми розраховували індекс потенційного забруднення ґрунтових та поверхневих вод ($LEACH_{mod}$), адже, на думку авторів даної методики, саме цей показник є оптимальним. Він визначає можливість забруднення не тільки ґрунтових вод, але й річок, куди пестициди можуть вимиватись з поверхневим стоком та враховує максимальну кількість параметрів, які можуть впливати на їх перехід із ґрунту в інші середовища. Для розрахунку $LEACH_{mod}$ використали формулу, наведену в таблиці 2 [252], яка враховує розчинність речовини у воді (Sw , мг/л), період напівруйнації сполуки в ґрунті в польових умовах (T_{50} field, доба) та K_{oc} (мг/г). Період напівруйнації у воді (T_{50} , доба) взяли із літературних джерел [135], а також враховували показник ДДД (мг/кг). Дані показники ($LEACH_{mod}$, T_{50} у воді, ДДД) згідно методики переводили в бали та розраховували інтегральний показник небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду (ПНВ), за яким визначали клас небезпечності. Розрахунки наведені у (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

Оцінка небезпечності досліджуваних пестицидів рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур при їх надходженні в підземні та поверхневі води згідно з [252]

Препарат	Діюча речовина	Sw	T ₅₀ ґрунт, діб	K _{oc}	LEACH	Бали	T ₅₀ вода-осад, діб	Бали	T ₅₀ водна фаза, діб	Бали	ДДД	Бали	Σ ПНВ *	Σ ПНВ **	Клас безпеки *	Клас безпеки **
АПС																
Фунгіциди																
Кітч	ципродиніл	13	29,4	2277	0,17	3	142	4	12,5	3	0,03	1	8	7	2	2
	флудіоксоніл	1,8	17,74	145600	0,0002	1	575	4	2,0	1	0,015	2	7	4	2	4
Тринол	фенгексамід	24	7,62	475	0,39	3	10,9	3	4,92	1	0,18	1	7	5	2	3
Світч	ципродиніл	13	21,19	2277	0,12	3	142	4	12,5	3	0,03	1	8	7	2	2
	флудіоксоніл	1,8	10,8	145600	0,0001	1	575	4	2,0	1	0,015	2	7	4	2	4
Сігнум	боскалід	4,6	38,1	772	0,23	3	545	4	5,0	2	0,04	1	8	6	2	3
	піраклостробін	1,9	33,26	9304	0,007	1	28	3	2,0	1	0,03	1	5	3	3	4
Серкадіс Плю	флуксапіроксад	3,44	53,92	728	0,25	3	847	4	4,4	1	0,02	2	9	6	1Б	3
	дифеноконазол	15	30,08	3760	0,12	3	1053	4	3,0	1	0,002	4	11	8	1А	2
Ридоміл Голд R	металаксил-М	26000	35,18	78,9	11592,9	4	32,1	4	24,8	3	0,03	1	9	8	1Б	2
Юніформ	азоксистробін	6,7	32,85	589	0,37	3	205	4	6,1	2	0,03	1	8	6	2	3
	металаксил-М	26000	31,14	78,9	10261,60	4	32,1	4	24,8	3	0,03	1	9	8	1Б	2
Гербіциди																
Стомп Аква	пендиметалін	0,33	37,12	17491	0,0007	1	16	3	4,0	1	0,008	2	6	4	3	4
Герболекс	гліфосат	100000	7,96	1424	558,99	4	20,8	3	9,9	2	0,01	2	9	8	1Б	2
Інсектициди																
Протект	спіродиклофен	0,05	7,87	31037	0,000013	1	3,2	1	0,7	1	0,001	4	6	6	3	3
Вертімек	абамектин	0,02	9,59	6631	0,000029	1	89	4	2,4	1	0,0002	4	9	6	1Б	3

Продовження табл. 5.11

Препарат	Діюча речовина	Sw	T ₅₀ ґрунт, діб	K _{oc}	LEACH	Бали	T ₅₀ вода-осад, діб	Бали	T ₅₀ водна фаза, діб	Бали	ДДД	Бали	∑ ПНВ *	∑ ПНВ **	Клас небезпеки *	Клас небезпеки **
ОПГ																
Фунгіциди																
Амістар	дифеноконазол	15	24,77	3760	0,099	2	1053	4	3,0	1	0,002	4	10	7	1Б	2
Голд	азоксистробін	6,7	32,85	589	0,37	3	205	4	6,1	2	0,03	3	10	8	1Б	2
Топаз	пенконазол	73	30,94	2205	1,02	4	853	4	2,0	1	0,007	2	10	7	1Б	3
Ридоміл Голд R	металаксил-М	26000	31,14	78,9	10261,60	4	32,1	4	24,8	3	0,03	1	9	8	1Б	2
Гербіциди																
Дуал Голд	S-метолахлор	480	12,7	200,2	30,45	4	43,3	4	9,0	2	0,01	2	10	8	1Б	2
Інсектициди																
Вертімек	абамектин	0,02	5,89	6631	0,000018	1	89	4	2,4	1	0,0002	4	9	6	1Б	3

Примітки: 1. Sw – розчинність у воді при 20 °С (мг л⁻¹); 2. ПНВ * – сума балів ПНВ (враховуючи вода-осад DT₅₀ (днів); ∑ ПНВ** – сума балів ПНВ(враховуючи лише водну фазу T₅₀ (дні); 3. Клас небезпеки * (враховуючи вода-осад T₅₀ (днів); Клас небезпеки **враховуючи лише водну фазу T₅₀ (дні)

При величині ПНВ 3 і 4 бали – речовини малонебезпечні для людини (4 клас), 5 і 6 – помірно небезпечні (3 клас), 7 і 8 – небезпечні (2 клас), 9 і 10 – високо небезпечні (1Б клас) та 11 і 12 – надзвичайно небезпечні (1А клас).

Аналіз отриманих результатів показав, що серед досліджуваних д.р. фунгіцидних препаративних формуляцій, які застосовувались у промисловому секторі найнебезпечнішим є дифеноконазол (1А клас – надзвичайно небезпечні*, 2–небезпечні **). Клас безпеки відрізняється залежно від того, який показник DT_{50} взятий: вода-осад чи лише водна фаза. Піраклостробін найменш небезпечний 3* (4**) клас безпеки. Серед гербіцидів пендиметалін відноситься до 3* (4**) класу безпеки, а гліфосат 1Б* (2**). Якщо взяти до уваги інсектициди (промисловий сектор), то помірно небезпечною є д.р. спіродиклофен, абамектин –1Б* (3**), азоксистробін –2* (3**), металаксил-М – 1Б* (2**) клас безпеки.

Діючі речовини, які рекомендовані до застосування у приватному секторі належать до 1Б* класу безпеки (2-3**, зазначено в (табл. 5.11).

Висновки до розділу 5

1. За критерієм стабільність у ґрунті, при застосуванні в ґрунтово-кліматичних умовах України досліджуваних пестицидів в АПС: фенгексамід та флудіоксоніл (препарат Світч), хлорокис міді, гліфосат, спіродиклофен, абамектин належать до малонебезпечних пестицидів (IV клас), флудіоксоніл (препарат Кітч), ципродиніл, металаксил-М до помірно стійких (III клас), боскалід, дифеноконазол, азоксистробін, піраклостробін, пендиметалін, флуксапіроксад до стійких (II клас); в ОПГ: азоксистробін, пенконазол, металаксил-М належать до II класу, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – до III класу, абамектин – IV класу небезпечності.

2. Виконавши комплексну оцінку безпеки для здоров'я населення досліджуваних пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних

культур, було встановлено, що ризик негативного їх впливу на здоров'я людей при споживанні води (Р) є допустимим.

3. Встановлено класи небезпечності пестицидів за інтегральним показником небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду (ІПНВ), при їх застосуванні в АПС: флудіоксоніл, піраклостробін, пендиметалін є малонебезпечними (IV клас), фенгексамід, боскалід, флуксапіроксад, азоксистробін, спіродиклофен, абамектин – помірно небезпечні (III клас), ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, небезпечні (II клас); в ОПГ: пенконазол, абамектин – III клас (помірно небезпечні), дифеноконазол, азоксистробін, металаксил-М – II клас (небезпечні).

4. Проведено математичне моделювання поведінки досліджуваних діючих речовин у ґрунті та отримані кінетичні рівняння, які дозволяють здійснювати прогноз руйнації д.р. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки в у мовах приватного сектору знаходилось в діапазоні від 0,7274 до 0,9955, в промислових умовах – діапазоні від 0,8135 до 0,9977, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

5. За критерієм стійкості T_{50} у ґрунті моніторингові дослідження необхідні для контролю вмісту наступних пестицидів боскалід, дифеноконазол, азоксистробін, піраклостробін, пендиметалін, флуксапіроксад, які належать до стійких сполук (T_{50} у ґрунті більше 30 діб).

6. Виділено серед критеріїв для проведення моніторингу величини ризику при споживанні ґрунтових і поверхневих вод і встановлено необхідність проведення таких досліджень для ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, які є небезпечними (2 клас) з позиції водної безпеки.

Наведена в розділі інформація висвітлена в таких публікаціях – [253, 254, 255].

РОЗДІЛ 6

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ СПОЖИВАННІ БАШТАННИХ ТА ЯГІДНИХ КУЛЬТУР, ВИРОЩЕНИХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕСТИЦИДІВ, РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЛЯ ЇХ ЗАХИСТУ

6.1 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту пестицидів в плодах, зеленій масі ягідних та баштанних культур та соках при їх застосуванні в АПС

Результати проведених натурних досліджень динаміки залишкових кількостей досліджуваних пестицидів в сільськогосподарській сировині показали, що вміст досліджуваних д.р. в ягодах та баштанних культурах поступово знижувався протягом періоду вегетації і при зборі врожаю в ягодах та баштанних культурах був нижче межі кількісного визначення методу (при межах кількісного визначення методу, зазначених у табл. 2.6).

Умови застосування досліджуваних препаратів, які застосовувались в умовах АПС наведені в (табл. 2.7).

Контрольні зразки суниці, лохини, малини та ожини (препарат (Кітч) були відібрані з ділянок, на яких вирощували не оброблені ягідні і баштанні культури.

Встановлено, що органолептичні властивості суниці, лохини, малини, чорної смородини, ожини, кавунів та динь (запах, колір, зовнішній вигляд) при зборі врожаю не відрізнялись від контрольних зразків.

Паралельно з оцінкою органолептичних властивостей, проводили визначення вмісту д.р. у вирощеному врожаї.

Результати визначення вмісту флудіоксонілу та ципродинілу в пробах (середні результати 3-х визначень) приведені в (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Результати визначення вмісту досліджуваних діючих речовин у пробах ягідних та баштанних культур, після застосування пестицидів в АПС

Доба після обробки	Вміст, мг/кг	
Препарат	Кітч	
	флудіоксоніл	ципродиніл
<i>Ділянка № 1/лохина</i>		
День обробки	1,74±0,29 – зелені рослини	1,57±0,27 – зелені рослини
3	1,81±0,32 – зелені рослини	1,59±0,30 – зелені рослини
14	0,25±0,05	0,23±0,04
21	0,12±0,02	<0,2*
28 (урожай)	<0,1*	<0,2*
<i>Ділянка № 2-4/ лохина</i>		
28 (урожай)	<0,1*	<0,2*
<i>Ділянка № 5/суниця</i>		
День обробки	2,3±0,3 - зелені рослини	1,4±0,1 - зелені рослини
3	1,1±0,3 - зелені рослини	0,5±0,1 - зелені рослини
7	0,1±0,02 - ягоди	0,08±0,01 - ягоди
14	<0,04* - ягоди	<0,05* - ягоди
21	<0,04* - ягоди	<0,05* - ягоди
28	<0,04* - ягоди	<0,05* - ягоди
38 (урожай)	<0,04* - ягоди (н.в. – сік)	<0,05* - ягоди (н.в. – сік)
<i>Ділянка № 6-8/суниця</i>		
38 (урожай)	<0,04* - ягоди (н.в. – сік)	<0,05* - ягоди (н.в. – сік)
<i>Ділянка № 9/малина</i>		
14	0,09±0,01	0,06±0,01
21	<0,05*	<0,01*
28	<0,05*	<0,01*
51 (урожай)	<0,05* - ягоди (<0,01* - сік)	<0,01* - ягоди (<0,01* - сік)
<i>Ділянка № 10-12/малина</i>		
51 (урожай)	<0,05* - ягоди (<0,01* - сік)	<0,01* - ягоди (<0,01* - сік)
<i>Ділянка № 13/ожина</i>		
14	0,085±0,010	0,071±0,008
21	0,05±0,01	0,034±0,006
28	<0,05*	<0,01*
59 (урожай)	<0,05* - ягоди, <0,01* - сік	<0,01* - ягоди, <0,01* - сік
<i>Ділянка № 14-16/ожина</i>		
59 (урожай)	<0,05* - ягоди, <0,01* - сік	<0,01* - ягоди, <0,01* - сік

Продовження табл. 6.1

Доба після обробки	Вміст, мг/кг	
Препарат	Тринол	
	фенгексамід	
Ділянка № 17/ суниця		
День обробки	0,34±0,05	
3	0,23±0,04	
7	0,12±0,01	
10	<0,1*	
14 (урожай)	<0,1* - ягоди, <0,1* - сік	
Ділянка № 18-20/ суниця		
14 (урожай)	<0,1* - ягоди, <0,1* - сік	
Препарат	Світч	
	ципродиніл	флудіоксоніл
Ділянка № 21/ лохина		
День обробки	1,85±0,31	1,63±0,28
3	1,89±0,29	1,71±0,21
7	0,73±0,13	0,69±0,11
14	0,14±0,02	0,12±0,02
21	<0,07	0,041±0,008
28	н.в.	н.в.
46 (урожай)	н.в.	н.в.
Ділянка № 22-24/ лохина		
46 (урожай)	н.в.	н.в.
Препарат	Сігнум	
	боскалід	піраклостробін
Ділянка № 25/суниця		
День обробки	0,91±0,15	0,21±0,03
3	0,54±0,10	0,13±0,02
6	0,25±0,04	0,07±0,01
15	0,042±0,006	н.в.
20	0,029±0,005	н.в.
30	н.в.	н.в.
45 (урожай)	н.в. — ягоди, н.в. — сік	н.в. — ягоди, н.в. — сік
Ділянка № 26-28/суниця		
45 (урожай)	н.в. — ягоди, н.в. — сік	н.в. — ягоди, н.в. — сік

Доба після обробки	Вміст, мг/кг	
Препарат	Серкадіс Плюс	
	дифеноконазол	флуксапіроксад
Ділянка № 29/кавун		
3	0,07±0,01	0,06±0,01
14	<0,07	0,027±0,005
19 (урожай)	н.в.	н.в.
Ділянка № 30-32/кавун		
19 (урожай)	н.в.	н.в.
Препарат	Ридоміл Голд	
	металаксил-М	мідь
Ділянка № 33 /кавун		
21	0,16±0,01	1,8±0,1
28	<0,01	2,1±0,2
79 (урожай)	<0,01	1,9±0,1
Ділянка № 34-36, 37-40, 41-44/кавун		
79, 71, 72 (урожай)	<0,01	1,82±0,08
Препарат	Стомп Аква	
	пендиметалін	
Ділянка № 45/ суниця		
35	н.в.	
42	н.в.	
59 (урожай)	н.в.	
Ділянка № 46-48/ суниця		
59 (урожай)	н.в.	
Ділянка № 49-52/ суниця		
34	н.в.	
103 (урожай)	н.в.	
Препарат	Герболекс	
	гліфосат	
Ділянка № 53 /кавун		
35	н.в. – зелені рослини	
110 (врожай)	н.в.	
Ділянка № 54-56 /диня		
110 (врожай)	н.в.	

Продовження табл. 6.1

Доба після обробки	Вміст, мг/кг	
Препарат	Протект	
	спіродиклофен	
Ділянка № 57/ суніця		
День обробки	0,38±0,02	
7	0,21±0,01	
14	0,11±0,01	
21	0,031±0,005	
28	0,022±0,001	
42 (урожай)	<0,02* - ягоди, <0,02* - сік	
Ділянка № 58-60/ суніця		
42 (урожай)	<0,02* - ягоди, <0,02* - сік	
Препарат	Вертімек	
	абамектин	
Ділянка № 61/ суніця		
1 час	0,083±0,016	
3	0,011±0,002	
7	н.в.	
10	н.в.	
21 (урожай)	н.в.	
Ділянка № 62-64/ суніця		
21 (урожай)	н.в.	
Препарат	Юніформ	
	азоксистробін	металаксил-М
Ділянка № 65/кавун		
3	0,40±0,05 – зелені рослини	0,12±0,03 – зелені рослини
21	0,05±0,01 – кавун	<0,1* - кавун
28	н.в. – кавун	<0,1* - кавун
79 (урожай)	н.в. – кавун	<0,1* - кавун
Ділянка № 66-68/кавун		
79 (урожай)	н.в. – кавун	<0,1* - кавун
Препарат	Апрон	
	металаксил-М	
Ділянка № 69/кавун		
60	<0,1* - рослини	
90	<0,1* - кавун	
102 (урожай)	<0,1* - кавун	
Ділянка № 70-72/кавун		
102 (урожай)	<0,1* - кавун	

Продовження табл. 6.1

Доба після обробки	Вміст, мг/кг
Препарат	Максим
	флудіоксоніл
<i>Ділянка № 73/кавун</i>	
60	<0,1* – рослини
90	<0,1* – кавун
102 (урожай)	<0,1* – кавун
<i>Ділянка № 74-76/кавун</i>	
102 (урожай)	<0,1* – кавун

Примітки:

2. «*» - нижче межі кількісного визначення (відповідно до табл. 2.7)
3. «н.в.» - не виявлено при межі виявлення (відповідно до табл. 2.7)
4. в контрольних пробах д.р. нижче межі кількісного визначення методу.

Аналіз представлених в (табл. 6.1) даних свідчить про те, що в період вегетації культури вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах лохини після застосування препарату Кітч поступово знижувався і через 28 діб при зборі врожаю в ягодах був нижче межі кількісного визначення методу. При зборі врожаю лохини вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах не перевищував встановлений для флудіоксонілу МДР в лохині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг) та МДР ципродинілу в лохині – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,2 мг/кг).

В період вегетації культури вміст флудіоксонілу та ципродинілу в суниці поступово знижувався і через 14 діб в ягодах був нижче межі кількісного визначення методу. При зборі врожаю суниці вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах та соку також був нижче межі кількісного визначення відповідного методу і не перевищував встановлений для флудіоксонілу та ципродинілу МДР флудіоксонілу в суниці (ягоди) – не допускається (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,04 мг/кг) та МДР ципродинілу в суниці (ягоди) – не допускається (межа кількісного визначення ГРХ – 0,05 мг/кг).

В період вегетації культури вміст флудіоксонілу та ципродинілу в малині поступово знижувався і через 21 добу в ягодах був нижче межі кількісного

визначення методу. При зборі врожаю малини вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах та соку малини також був нижче межі кількісного визначення відповідного методу.

В період вегетації культури вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ожині поступово знижувався і через 28 діб в ягодах був нижче межі кількісного визначення методу. При зборі врожаю ожини вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах та соку також був нижче межі кількісного визначення відповідного методу.

Результати визначення вмісту фенгексаміду в пробах суниці після застосування препарату Тринол, ВГ приведені в (табл. 6.1). Представлені в табл. 6.1 данні свідчать про те, що в період вегетації культури вміст фенгексаміду в суниці поступово знижувався і через 10 діб був нижче МДР. При зборі врожаю суниці вміст фенгексаміду в ягодах та соку був нижче межі кількісного визначення методу та не перевищував встановлений для фенгексаміду МДР в суниці – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг), суничному соку – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг).

Результати вивчення вмісту залишкових кількостей флудіоксонілу та ципродинілу (препарат Світч) в лохині наведено в табл. 6.1. Виявлено, що на 28 добу після останньої обробки лохини препаратом залишкові кількості ципродинілу та флудіоксонілу в ягодах не виявляли. При зборі врожаю лохини вміст флудіоксонілу та ципродинілу в ягодах не перевищував встановлений для флудіоксонілу МДР в лохині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг) та МДР ципродинілу в лохині – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,2 мг/кг).

Після застосування препарату Сігнум, ВГ встановлено, що вміст боскаліду та піраклостробіну в полуниці поступово знижувалося і на 15 та 20 добу боскалід виявляли у ягодах полуниці на рівні 0,042 та 0,029 мг/кг. Піраклостробін до 15 та 20 діб після останньої обробки в ягодах полуниці практично не виявляли (нижче за межу кількісного визначення методу). На момент збору врожаю залишкові кількості цих речовин у ягодах полуниці не виявляли. МДР боскаліду

в суниці – 0,05 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), суничному соку – 0,05мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), МДР піраклостробіну в суниці - 0,05 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), суничному соку – 0,05 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг) не перевищувались.

Результати визначення вмісту дифеноконазолу та флуксапіроксаду в пробах кавунів після застосування препарату Серкадіс Плюс наведено в табл. 6.1. В період вегетації кавунів вміст дифеноконазолу та флуксапіроксаду в пробах поступово знижувався та до 14 діб не перевищував меж кількісного визначення відповідних методів. На момент збору врожаю залишкові кількості дифеноконазолу та флуксапіроксаду в кавунах не було виявлено.

Результати визначення вмісту металаксилу-М та міді в пробах кавунів, вирощених при застосуванні препарату Ридоміл Голд R 162 WG, ВГ приведені в (табл. 6.1). Встановлено, що в період вегетації культури вміст металаксилу-М та міді в кавунах поступово знижувався і через 28 діб був нижче МДР. При зборі врожаю кавунів вміст металаксилу-М не перевищував встановлений для металаксилу-М МДР – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг, МДР міді в кавунах на рівні 5,0 мг/кг (межа кількісного визначення ААС – 0,5 мг/кг). В контрольних пробах металаксил-М не виявлено, вміст міді в кавунах склав: ділянка № 61-64 – $1,75 \pm 0,02$ мг/кг, 65-68 – $1,50 \pm 0,01$ мг/кг, 69-72 – $1,62 \pm 0,01$ мг/кг.

Результати визначення вмісту пендиметаліну в пробах суниці після застосування препарату Стомп Аква, СК наведено в (табл. 6.1). Показано, що через 35 діб після обробки та при збиранні врожаю вміст залишкових кількостей пендиметаліну в ягодах полуниці не виявлено.

Результати дослідження продукції, вирощеної при застосуванні Герболекс представлені в (табл. 6.1). У ході проведених досліджень у пробах кавуну, відібраних під час збирання врожаю, залишкові кількості гліфосату не було виявлено. Встановлені для гліфосату МДР не перевищувались (МДР гліфосату в кавунах – 0,3 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг)).

Результати визначення вмісту спіродиклофену в пробах суниці, що вирощена при застосуванні препарату Протект, КС наведено в (табл. 6.1). Аналіз представлених у (табл. 6.1) даних свідчить, що у період вегетації культури вміст спіродиклофену в суниці поступово знижувалося, і через 40 діб у суниці був нижче межі кількісного визначення методу. При збиранні врожаю вміст спіродиклофену в суниці та свіжовичавленому соку також був нижчим за межу кількісного визначення відповідного методу і не перевищував встановлений для спіродиклофену МДР у суниці – 0,02 (межа кількісного визначення методу ВЕРХ – 0,02 мг/кг). МДР спіродиклофену у суничному соці – 0,02 мг/кг (межа визначення методу ВЕРХ – 0,02 мг/кг).

Результати вмісту абамектину в суниці, вирощеної при застосуванні препарату Вертімек наведено у (табл. 6.1). З даних, поданих у (табл. 6.1) випливає, що у стадіях дозрівання культури вміст залишкових кількостей абамектину в ягодах суниці поступово зменшувалося і 7 добу після останньої обробки залишкові кількості абамектину мало виявлено (нижче межі кількісного визначення методу). До моменту збирання врожаю залишкові кількості абамектину в ягодах суниці також не були виявлені. МДР абамектину в суниці – 0,02 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,005 мг/кг).

Результати визначення вмісту азоксистробіну та металаксилу-М в кавунах при застосуванні препарату Юніформ наведено у табл. 6.1. Як свідчать представлені в (табл. 6.1), на 21 добу після останньої обробки кавунів препаратом залишкові кількості азоксистробіну та металаксилу-М визначали на рівні нижче за межу кількісного визначення методу ($< 0,1$ мг/кг). На 28 добу після останньої обробки та на момент збору врожаю вміст азоксистробіну та металаксилу-М практично не виявляли (нижче за межу кількісного визначення методу). Встановлений раніше в кавунах МДР металаксилу-М на рівні 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення методу ГРХ – 0,1 мг/кг) не перевищувалась.

Аналіз отриманих результатів (табл. 6.1) свідчить про те, що вміст металаксилу-М, після обробки насіннєвого матеріалу препаратом Апрон, у кавунах у період вегетації та до моменту збирання врожаю був нижчим за межу

кількісного визначення методу. Вміст флудіоксонілу в кавунах, після обробки насіння препаратом Максим, у період вегетації та до моменту збирання врожаю був нижчим за межу кількісного визначення методів. МДР флудіоксонілу в кавуні величину – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,1 мг/кг).

Як видно із (табл. 6.2) найбільший період напівруйнації (T_{50}) серед фунгіцидів належить дифеноконазолу, азоксистробіну та металаксилу-М, а найменший показник виявлено для д.р. фенгексамід.

Таблиця 6.2

Величини стійкості досліджуваних фунгіцидів у ягідних та баштанних культурах в АПС

Показники стійкості	Препарат (діюча речовина)							
	Кітч, ВГ (флудіоксоніл)							
	Ділянка № 1-4 /лохина		Ділянка № 5-8 /суниця		Ділянка № 9-12 /малина		Ділянка № 13-16 /ожина	
	М	m	М	m	М	m	М	m
К, доба ⁻¹	-0,137	0,003	-0,109	0,004	-0,098	0,001	-0,080	0,002
T99, діб	33,511	0,671	42,204	1,408	46,883	0,578	57,904	1,387
T95, діб	21,855	0,437	27,524	0,918	30,576	0,377	37,764	0,904
T50, діб	5,027	0,101	6,331	0,211	7,032	0,087	8,686	0,208
К, доба ⁻¹	Кітч, ВГ (ципродиніл)							
	Ділянка № 1-4 /лохина		Ділянка № 5-8 /суниця		Ділянка № 9-12 /малина		Ділянка № 13-16 /ожина	
	М	m	М	m	М	m	М	m
	-0,106	0,004	-0,086	0,002	-0,054	0,002	-0,054	0,002
T99, діб	43,429	1,794	53,678	1,477	86,006	2,946	85,664	2,789
T95, діб	28,323	1,170	35,007	0,964	56,091	1,921	55,868	1,819
T50, діб	6,514	0,269	8,052	0,222	12,901	0,442	12,850	0,418
К, доба ⁻¹	Тринол (фенгексамід)		Світч (ципродиніл)		Світч (флудіоксоніл)		Сігнум (боскалід)	
	Ділянка № 17-20 /суниця		Ділянка № 21-24 /лохина		Ділянка № 21-24 /лохина		Ділянка № 25-28 /суниця	
	М	m	М	m	М	m	М	m
	-0,139	0,008	-0,094	0,003	-0,114	0,002	-0,101	0,003
T99, діб	33,306	2,005	49,102	1,547	40,221	0,773	45,535	1,177
T95, діб	21,721	1,307	32,023	1,009	26,231	0,504	29,697	0,767
T50, діб	4,996	0,301	7,365	0,232	6,033	0,116	6,830	0,177

Показники стійкості	Препарат (діюча речовина)							
	Сігнум (піраклостробін)		Серкадіс Плюс (дифеноконазол)		Серкадіс Плюс (флуксапіроксад)		Ридоміл Голд (металаксил-М)	
К, доба ⁻¹	Ділянка № 25-28 /сунія		Ділянка № 29-32 /кавун		Ділянка № 29-32 /кавун		Ділянка № 33-36 /кавун	
	М	м	М	м	М	м	М	м
	-0,063	0,002	-0,036	0,006	-0,105	0,005	-0,043	0,0004
	T99, діб	72,923	2,663	135,59	22,377	43,979	2,077	108,215
T95, діб	47,559	1,736	88,428	14,594	28,682	1,355	70,575	0,649
T50, діб	10,938	0,399	20,338	3,357	6,597	0,312	16,232	0,149
К, доба ⁻¹	Ридоміл Голд (мідь)		Юніформ (металаксил-М)		Юніформ (азоксистробін)			
	Ділянка № 33-36 /кавун		Ділянка № 65-68 /кавун		Ділянка № 65-68 /кавун			
	М	м	М	м	М	м		
	-0,095	0,001	-0,044	0,001	-0,036	0,001		
T99, діб	48,318	0,381	104,817	3,319	127,851	3,961		
T95, діб	31,512	0,249	68,359	2,165	83,381	2,583		
T50, діб	7,248	0,057	15,723	0,498	19,178	0,594		

У (табл. 6.3) наведені величини стійкості гербіцидів у досліджуваних культурах. T₅₀ для пендиметаліну та гліфосату становить 5,333±0,142 та 3,401±0,046, відповідно.

Таблиця 6.3

Величини стійкості досліджуваних гербіцидів у ягідних та баштанних культурах в АПС

Показники стійкості	Препарат (діюча речовина)					
	Стомп Аква (пендиметалін)				Герболекс (гліфосат)	
	Ділянка № 45-48 /сунія		Ділянка № 49-52 /сунія		Ділянка № 53-56 /дині	
	М	м	М	м	М	м
К, доба ⁻¹	-0,130	0,003	-0,046	0,001	-0,203	0,003
T99, діб	35,555	0,944	98,968	1,282	22,674	0,306
T95, діб	23,188	0,615	64,544	0,836	14,787	0,200
T50, діб	5,333	0,142	14,845	0,192	3,401	0,046

У (табл. 6.4) наведені величини стійкості гербіцидів у досліджуваних культурах. T_{50} для спіродиклофену та абамектину становить $7,450 \pm 0,049$ та $5,196 \pm 0,213$, відповідно.

Таблиця 6.4

Величини стійкості досліджуваних інсектицидів у ягідних та баштанних культурах в АПС

Показники стійкості	Препарат (діюча речовина)			
	Протект (спіродиклофен)		Вертімек (абамектин)	
	Ділянка № 57-60 /суниця		Ділянка № 61-64 /суниця	
	М	м	М	м
К, доба ⁻¹	-0,093	0,001	-0,133	0,005
T99, діб	49,666	0,326	34,640	1,418
T95, діб	32,391	0,213	22,591	0,924
T50, діб	7,450	0,049	5,196	0,213

В результаті математичного моделювання отримані кінетичні рівняння, які дозволяють моделювати поведінку досліджуваних діючих речовин у ягідних та баштанних культурах (табл. 6.5, рис. 6.1(а, б, в)-6.2). Значення коефіцієнту детермінації знаходилось в діапазоні від 0,7292 до 0,9877, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

6.2 Санітарно-гігієнічні дослідження динаміки вмісту діючих речовин пестицидів в плодах, зеленій масі ягідних та баштанних культур і соках при їх застосуванні в ОПГ

Умови застосування досліджуваних препаратів, які застосовувались в умовах ОПГ наведені в табл. 2.8.

Таблиця 6.5

Кінетичні рівняння швидкості деградації досліджуваних пестицидів після їх застосування на ягідних та баштанних культурах (АПС)

Препарат	Діюча речовина	Культура	Кінетичне рівняння	Коефіцієнт детермінації (R²)
Фунгіциди				
Кітч	флудіоксоніл	лохина	$y = 2,1567e^{-0,138x}$	0,9877
		суниця	$y = 0,8248e^{-0,124x}$	0,7661
		малина	$y = 0,1185e^{-0,031x}$	0,9142
		ожина	$y = 0,1003e^{-0,024x}$	0,9111
	ципродиніл	лохина	$y = 1,704e^{-0,107x}$	0,9453
		суниця	$y = 0,5179e^{-0,105x}$	0,7699
		малина	$y = 0,0911e^{-0,074x}$	0,8306
		ожина	$y = 0,0966e^{-0,054x}$	0,8054
Тринол	фенгексамід	суниця	$y = 0,3608e^{-0,14x}$	0,9854
Світч	ципродиніл	лохина	$y = 1,2584e^{-0,094x}$	0,8245
	флудіоксоніл		$y = 1,2154e^{-0,115}$	0,8653
Сігнум	боскалід	суниця	$y = 0,4776e^{-0,101x}$	0,8574
	піраклостробін		$y = 0,1173e^{-0,063x}$	0,7956
Серкадіс Плюс	флуксапіроксад	кавуни	$y = 0,0898e^{-0,106x}$	0,9258
	дифеноконазол		$y = 0,2138e^{-0,235x}$	0,7292
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавуни	$y = 0,2492e^{-0,072x}$	0,7979
	хлорокис міді		$y = 1,9416e^{-1E-04x}$	0,0036
Юніформ	азоксистробін	кавуни	$y = 0,1961e^{-0,042x}$	0,7843
	металаксил-М		$y = 0,1294e^{-0,012x}$	0,9837
Гербіциди				
Стомп Аква	пендиметалін	суниця	$y = 0,065e^{-0,031x}$	0,9196
Герболекс	гліфосат	кавуни	$y = 0,1113e^{-0,007x}$	0,8849
Інсектициди				
Протект	спіродиклофен	суниця	$y = 0,357e^{-0,093x}$	0,9567
Вертімек	абамектин	суниця	$y = 0,0327e^{-0,161x}$	0,7477

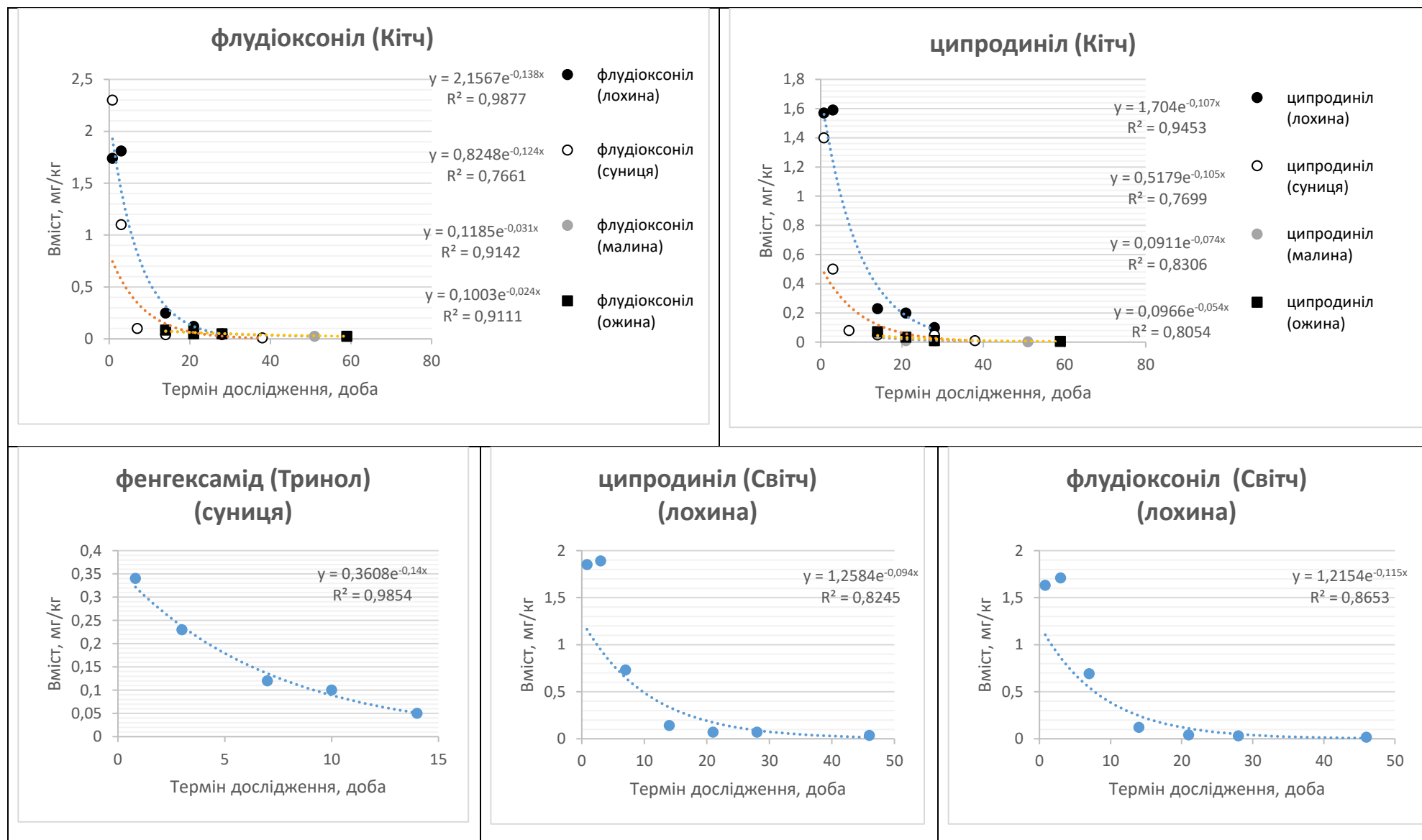


Рис. 6.1 (а) – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ягодах та баштаних культурах, при їх застосуванні в АПС

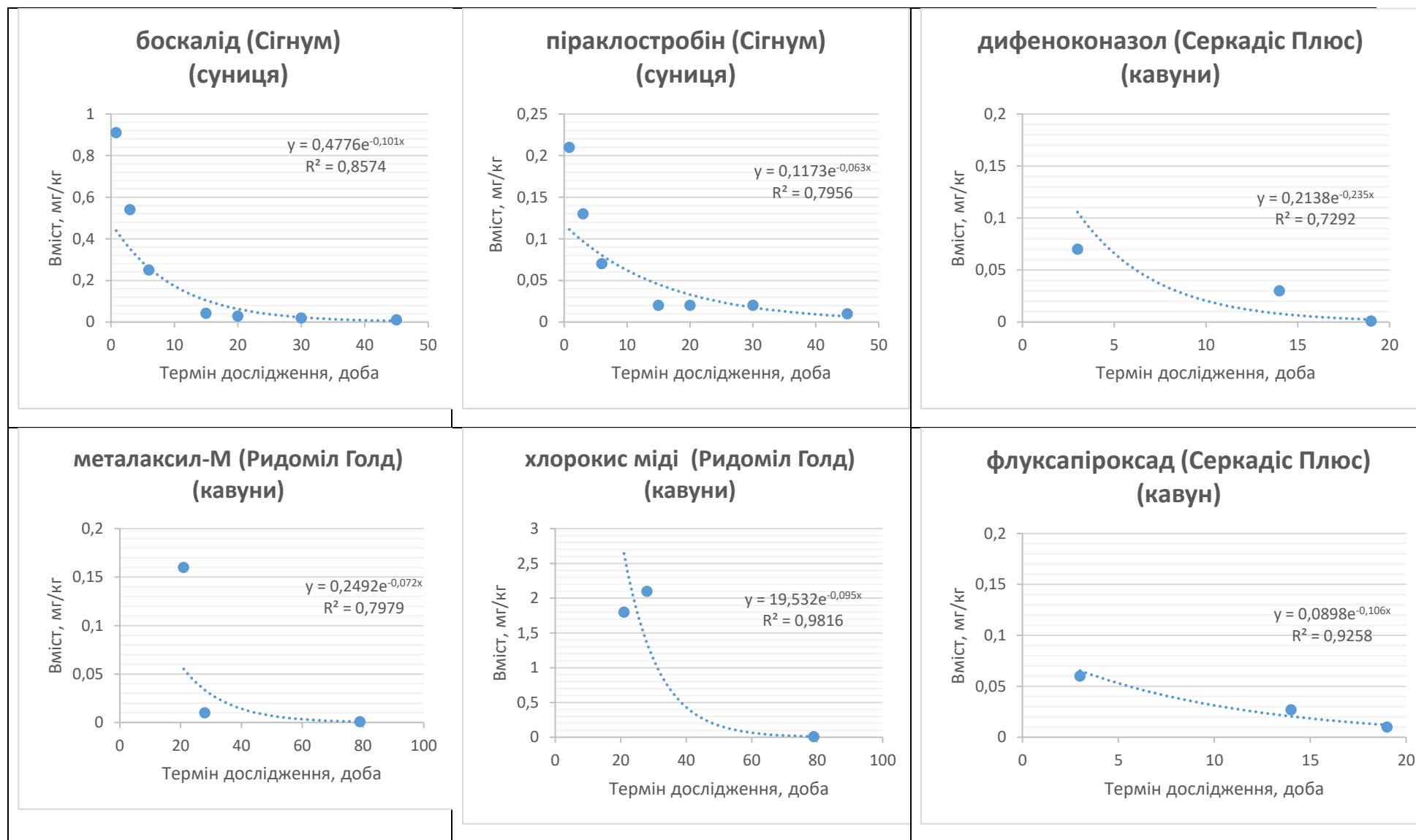


Рис.6.1 (б) – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ягодах та баштаних культурах, при їх застосуванні в АПС

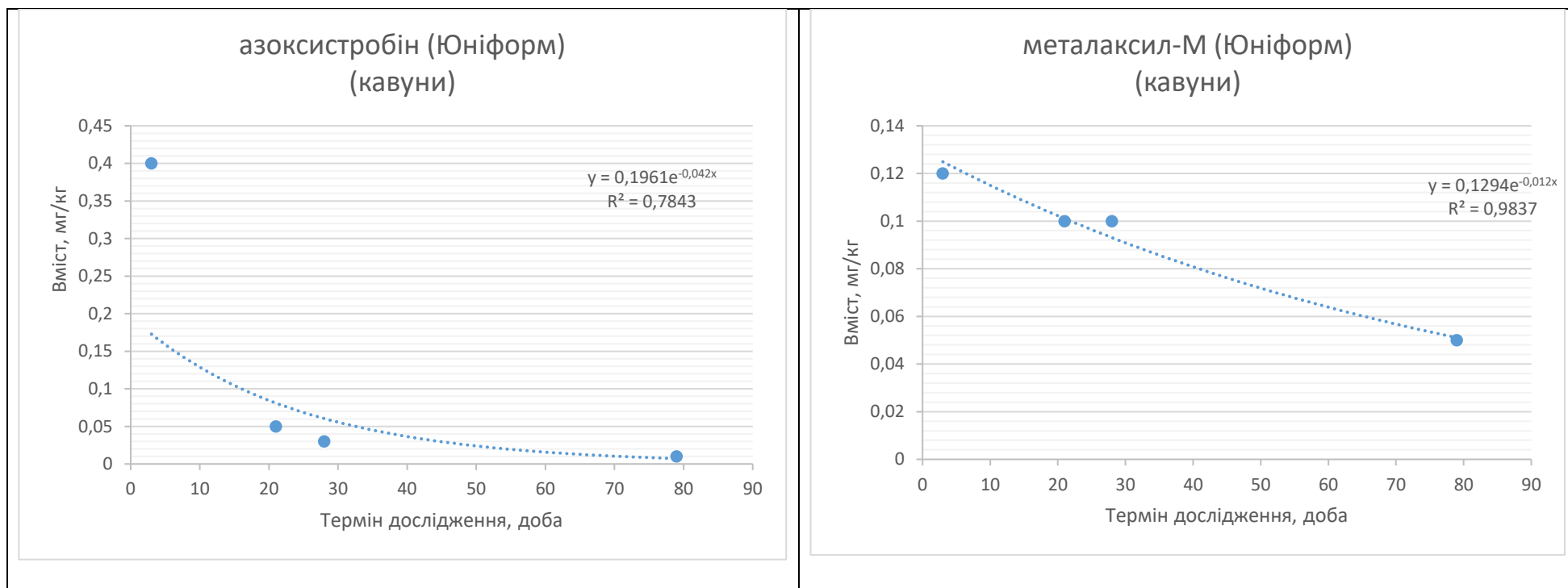


Рис.6.1 (в) – Динаміка деградації досліджуваних фунгіцидів у ягодах та баштанних культурах, при їх застосуванні в АПС

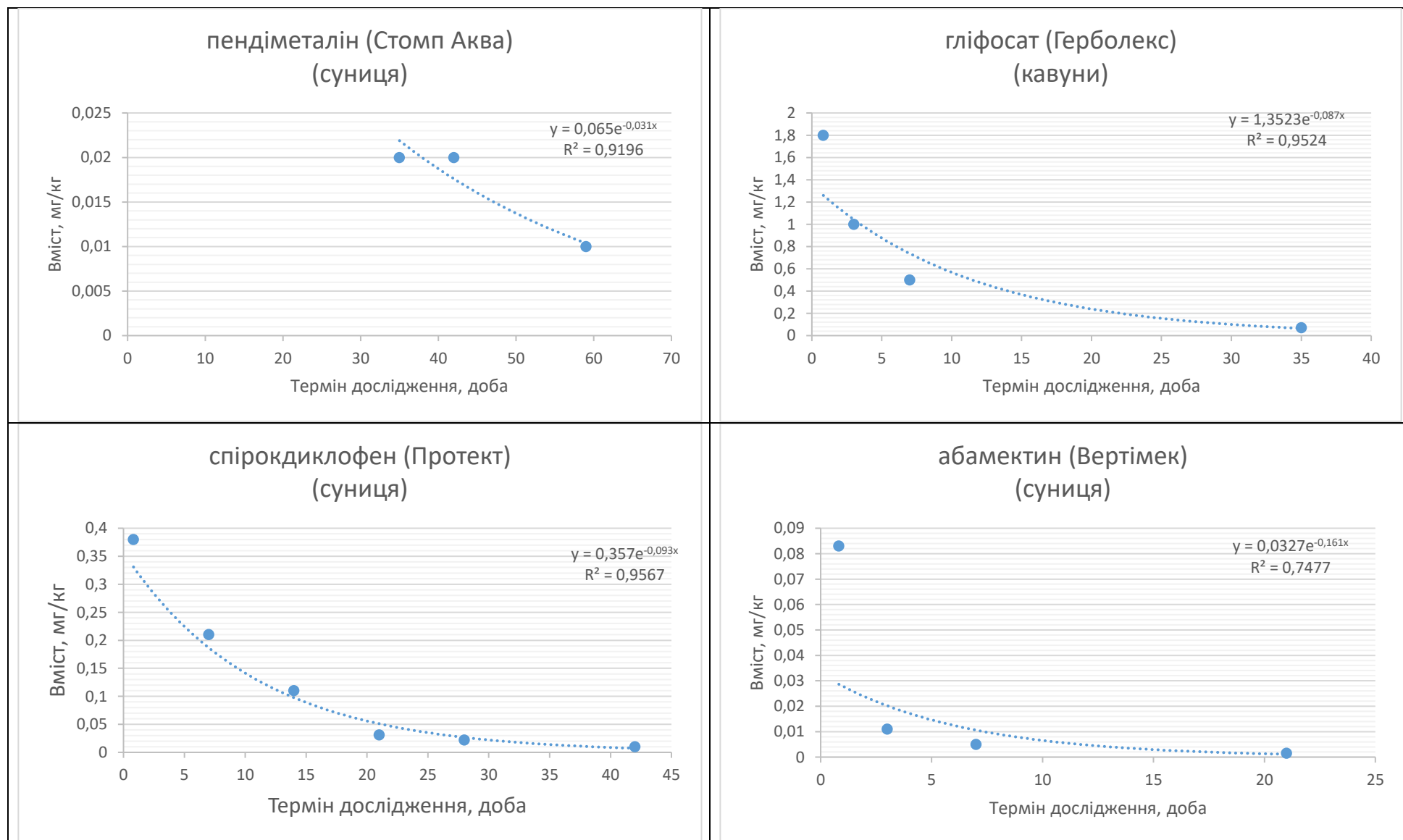


Рис.6.2 – Динаміка деградації досліджуваних гербіцидів та інсектицидів у ягодах та баштанних культурах, при їх застосуванні в АПС

Результати визначення вмісту досліджуваних діючих речовин у пробах ягідних та баштанних культур, після застосуванні пестицидів в особистих підсобних господарствах наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Результати визначення вмісту досліджуваних діючих речовин у пробах ягідних та баштанних культур, після застосуванні пестицидів в ОПГ

Доба після останньої обробки	Вміст, мг/кг	
Препарат	Амістар Голд	
	дифеноконазол	азоксистробін
Ділянка № 77/ суниця		
День обробки	2,5±0,4 – зелені рослини	2,67±0,50 – зелені рослини
7	0,44±0,01	0,51±0,04
14	0,29±0,02	0,26±0,02
21	0,23±0,02	0,17±0,01
28	0,12±0,01	0,09±0,01
54 (урожай)	н.в. – ягоди, н.в. – сік	н.в. – ягоди, н.в. – сік
Ділянка № 78-80, 81-84, 85-88/ суниця		
54, 45, 49 (урожай)	н.в. – ягоди, н.в. – сік	н.в. – ягоди, н.в. – сік
Препарат	Топаз	
	пенконазол	
Ділянка 89/ чорна смородина		
Об'єкт дослідження	ягоди	листя
День обробки	0,05±0,012	1,57±0,27
5	0,05±0,009	0,06±0,011
10	<0,05	<0,06
15	н.в.	<0,06
20	н.в.	н.в.
урожай	ягоди – н.в., сік– н.в.	н.в.
Ділянка 90-92/ чорна смородина		
урожай	ягоди – н.в., сік– н.в.	н.в.

Доба після останньої обробки	Вміст, мг/кг	
Ділянка 93-96/ чорна смородина		
День обробки	0,05±0,011	0,06±0,013
6	0,05±0,01	0,05±0,011
13	<0,05	<0,05
20	<0,05	<0,05
27	ягоди – н.в., сік– н.в.	н.в.
Ділянка 97-100/ чорна смородина		
День обробки	0,05±0,013	<0,06
7	<0,05	0,06±0,013
14	<0,05	<0,06
21	н.в.	<0,06
28 (урожай)	ягоди – н.в., сік– н.в.	н.в.
Ділянка 101-104/ чорна смородина		
День обробки	-	0,1±0,035
7	0,06±0,012	0,06±0,01
14	0,05±0,013	<0,06
21	н.в.	<0,06
28 (врожай)	ягоди – н.в., сік– н.в.	н.в.
Препарат	Дуал Голд	
	S-метолахлор	
Ділянка 105/ кавуни		
90	н.в.	
121 (врожай)	н.в.	
Ділянка 106-108/ кавуни		
121 (врожай)	н.в.	
Препарат	Вертімек	
	абамектин	
Ділянка 109/ суниця		
3	0,019±0,003 – листя	
7	0,011±0,002 – листя з квітами	
14	<0,005* - листя з квітами, <0,005* - ягоди	
21	<0,005* - ягоди	
28	<0,005* - ягоди	
33 (урожай)	<0,005* - ягоди	
Ділянка 110-112/ суниця		
33 (урожай)	<0,005* - ягоди	

Аналіз представлених у табл. 6.6 даних свідчить про те, що в період вегетації культури вміст дифеноконазолу та азоксистробіну в суниці після застосування препарату Амістар Голд поступово знижувався і через 28 діб у ягодах виявляли у кількості 0,12 мг/кг та 0,09 мг/кг відповідно. При збиранні врожаю суниці дифеноконазол та азоксистробін не виявляли.

Аналіз представлених в табл. 6.6 даних свідчить про те, що залишкові кількості пенконазолу після застосування препарату Топаз швидко знижуються і на 21 день в ягодах не виявлялись. При збиранні врожаю чорної смородини в ягодах та соку залишкові кількості пенконазолу не виявляли.

Аналіз результатів визначення залишкових кількостей S-метолахлору після застосування препарату Дуал Голд в кавунах свідчить про те, що на момент збору врожаю залишкові кількості S-метолахлору у зазначеній культурі не виявляли.

Результати визначення вмісту абамектину в пробах суниці, обробленої препаратом Вертимек, наведено у табл. 6.6. Аналіз даних, представлених у табл. 6.2 показав, що у ягодах суниці на 14-ту добу після останньої обробки вміст абамектину не перевищував МДР (МДР абамектину в суниці – 0,02 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ - 0,005 мг/кг)).

Як видно із (табл. 6.7) найбільший період напівруйнації (T_{50}) серед досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах при їх обробці в умовах приватного сектору належить пенконазолу, а найменший показник виявлено для д.р. абамектин.

В результаті математичного моделювання отримані кінетичні рівняння, які дозволяють моделювати поведінку досліджуваних діючих речовин у ягідних та баштанних культурах (табл. 6.8, рис. 6.3). Значення коефіцієнту детермінації знаходилось в діапазоні від 0,8433 до 0,9525, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

Таблиця 6.7

Величини стійкості досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах в ОПГ

Показники стійкості	Препарат (діюча речовина)							
	Топаз, КЕ (пенконазол)							
	Ділянка № 89-92 /чорна смородина		Ділянка № 93-96 /чорна смородина		Ділянка № 97-100 /чорна смородина		Ділянка № 101-104 /чорна смородина	
	М	m	М	m	М	m	М	m
К, доба ⁻¹	-0,052	0,002	-0,053	0,006	-0,051	0,001	-0,056	0,006
T99, діб	88,734	4,007	89,720	9,975	89,922	0,100	84,434	8,816
T95, діб	57,870	2,613	58,513	6,505	58,645	1,005	55,066	5,750
T50, діб	13,310	0,601	13,458	1,496	13,488	0,500	12,665	1,322
К, доба ⁻¹	Амістар Голд (дифенокназол)		Амістар Голд (азоксистробін)		Вертімек (абамектин)			
	Ділянка № 77-80 /суниця		Ділянка № 81-84 /суниця		Ділянка № 85-88 /суниця			
	М	m	М	m	М	m		
	-0,070	0,001	-0,096	0,001	-0,151	0,003		
T99, діб	65,786	1,032	47,889	0,702	30,458	0,541		
T95, діб	42,904	0,673	31,232	0,458	19,864	0,353		
T50, діб	9,868	0,155	7,183	0,105	4,569	0,081		

Примітки: М – середнє значення показника; $\pm m$ – стандартна похибка.

Таблиця 6.8

Кінетичні рівняння швидкості деградації досліджуваних пестицидів після їх застосування на ягідних та баштанних культурах в ОПГ

Препарат	Діюча речовина	Культура	Кінетичне рівняння	Коефіцієнт детермінації (R ²)
Фунгіциди				
Амістар Голд	дифенокназол	суниця	$y = 1,1161e^{-0,07x}$	0,8744
	азоксистробін		$y = 1,4312e^{-0,096x}$	0,9525
Топаз	пенконазол (1)	чорна смородина	$y = 0,0651e^{-0,056x}$	0,9125
	пенконазол (2)		$y = 0,093e^{-0,065x}$	0,9259
	пенконазол (3)		$y = 0,0681e^{-0,051x}$	0,7959
	пенконазол (4)		$y = 0,0814e^{-0,062x}$	0,8915
Інсектицид				
Вертімек	абамектин	суниця	$y = 0,0169e^{-0,056x}$	0,8433

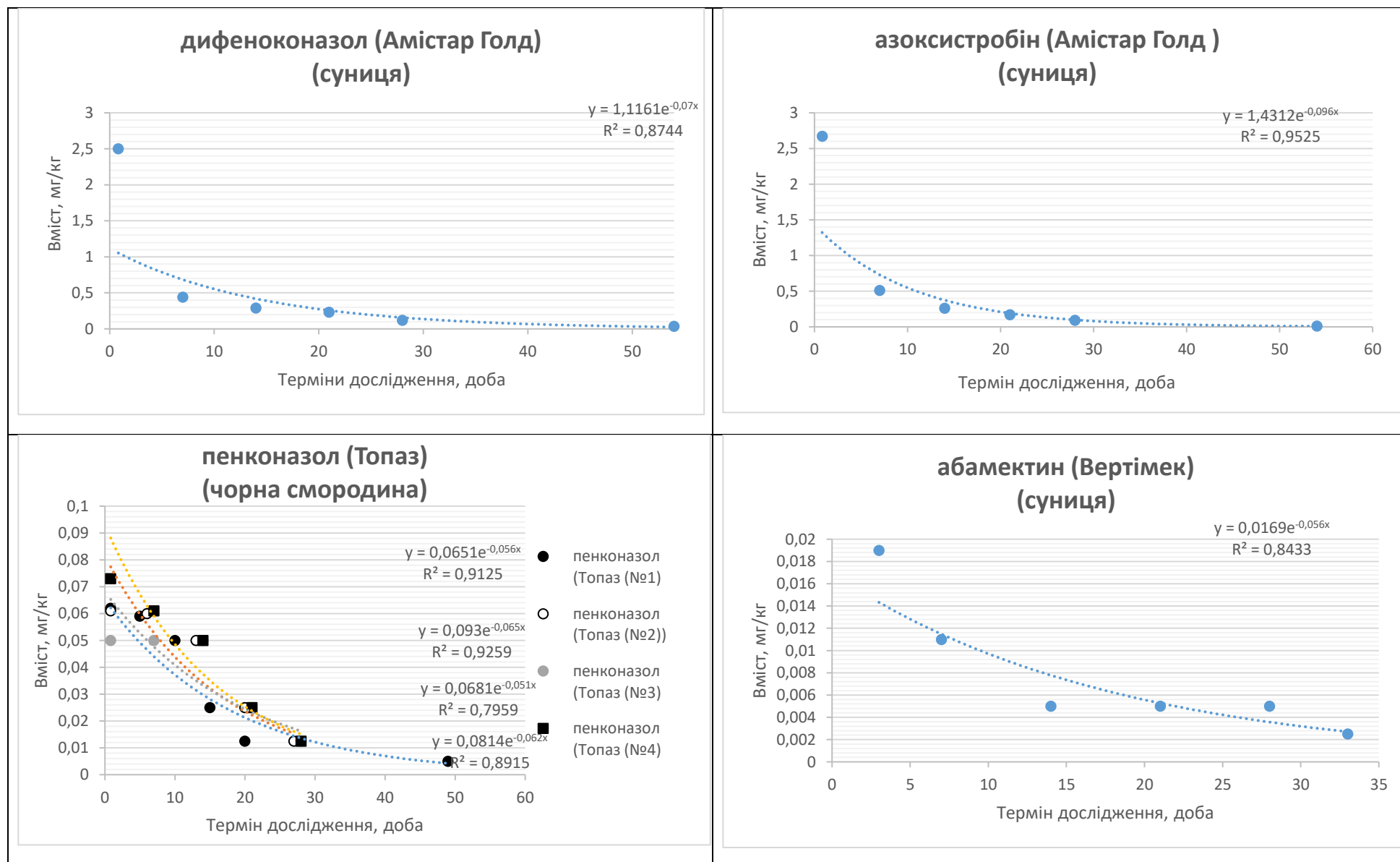


Рис. 6.3 – Динаміка деградації досліджуваних пестицидів у ягодах, при їх застосуванні в ОПГ

6.3 Обґрунтування медико-санітарних нормативів їх безпечного застосування досліджуваних пестицидів в плодах ягідних та баштанних культур

Споживання ягід є невід’ємною складовою нашого раціону, оскільки вони є джерелом важливих для нашого організму макро- та мікронутрієнтів. В складі ягідних та баштанних культур є такі макроелементи, як кальцій, фосфор, магній, калій і мікроелементи – йод, мідь, фтор, цинк та ін. Проте, не зважаючи на їх корисні властивості, ягоди можуть бути причиною виникнення харчових отруєнь немікробного походження, зумовлених вмістом в них хімічних сполук антропогенного походження, які надходять в навколишнє середовище внаслідок забруднення довкілля або навмисного внесення в ґрунт . До останніх належать пестициди різних груп та класів.

З метою попередження виникнення отруєнь пестицидами важливо обґрунтовувати максимально допустимі рівні пестицидів у харчових продуктах та здійснювати постійний контроль за їх вмістом. На момент проведення досліджень не було обґрунтовано наступні МДР:

- 1) МДР флудіоксонілу в суничному соку, малині, малиновому соку, ожині ожиновому соку;
- 2) МДР ципродинілу в малині, малиновому соку, ожині ожиновому соку;
- 3) МДР дифеноконазолу в суниці та суничному соку, кавунах;
- 4) МДР азоксистробіну в суниці та суничному соку;
- 5) МДР флуксапіроксаду в кавунах;
- 6) МДР металаксилу-М в кавунах,
- 7) МДР пендиметаліну в суниці та суничному соку.

Обґрунтування МДР досліджуваних д.р. виконано відповідно до чинного в Україні законодавства та з урахуванням підходів ЄС. Обґрунтування МДР ципродинілу та флудіоксонілу в малині, ожині та соках виконано в ході натурних

досліджень препарату Кітч; МДР дифеноконазолу в суниці та суничному соку, кавунах – під час випробувань препаратів Амістар Голд і Серкадіс Плюс; МДР азоксистробіну в суниці та суничному соку – Амістар Голд; МДР флуксапіроксаду в кавунах – Серкадіс Плюс; МДР металаксилу-М в кавунах – Апрон; МДР пендиметаліну в суниці та суничному соку – Стомп Аква.

На першому етапі досліджень був проведений попередній розрахунок безпечного рівня вмісту залишкових кількостей досліджуваних д.р. в сільськогосподарській продукції. Безпечний рівень вмісту ципродинілу в малині, ожині, флудіоксонілу в малині і ожині, дифеноконазолу в суниці, кавунах, азоксистробіну в суниці, флуксапіроксаду в кавунах, металаксилу-М в кавунах, пендиметаліну в суниці, який визначали виходячи із ДДД речовини і добового споживання продуктів (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Безпечні рівні вмісту залишкових кількостей досліджуваних пестицидів в сільськогосподарській продукції

Діюча речовин	ДДД, мг/кг	Допустиме добове надходження, мг/добу	Допустиме надходження з водою, повітрям, мг	Допустиме надходження з харчовими продуктами, мг
ципродиніл	0,03	$0,03 \times 60 = 1,8$	1,06	0,740
флудіоксоніл	0,015	$0,015 \times 60 = 0,9$	0,34	0,560
дифеноконазол	0,002	$0,002 \times 60 = 0,12$	0,015	0,105
азоксистробін	0,03	$0,03 \times 60 = 1,8$	0,23	1,570
флуксапіроксад	0,02	$0,02 \times 60 = 1,2$	0,132	1,068
металаксил-М	0,03	$0,03 \times 60 = 1,8$	0,203	1,597
пендиметалін	0,008	$0,008 \times 60 = 0,48$	0,174	0,306

Виходячи з принципу комплексного гігієнічного нормування пестицидів і рекомендованих для досліджуваних д.р. гігієнічних нормативів, визначили допустиме їх надходження з повітрям і з водою в організм людини, а також з харчовим раціоном.

При розрахунку можливого середньодобового надходження препарату з харчовими продуктами було використано величини, що відповідають МДР у продуктах, при вирощуванні яких в Україні використовуються препарати, що містять досліджувані д.р. з урахуванням норм споживання [267].

Виходячи з питомої ваги продуктів в раціоні людини, розраховано ймовірне сумарне надходження залишкових кількостей д.р. з усім комплексом продуктів, яке склало – 0,4221 мг для флудіоксонілу, 0,0857 мг для ципродинілу, 0,0918 мг для флуксапіроксаду, 0,075 мг для дифеноконазолу, 0,00814 мг для пендиметаліну, 0,2197 мг для азоксистробіну, 0,1765 мг для металаксилу-М, відповідно (табл. 6.10).

Таким чином, з іншими, ще не пронормованими харчовими продуктами в організм людини може надійти 0,1539 мг флудіоксонілу і 1,0543 мг ципродинілу, 0,9762 мг флуксапіроксаду, 0,0366 мг дифеноконазолу, 0,2979 мг пендиметаліну, 1,35 мг азоксистробіну, 1,42 мг металаксилу-М.

Отримані результати по вмісту залишкових кількостей д.р. в ягодах та баштанних культурах дозволили обґрунтувати наступні величини МДР:

МДР флудіоксонілу в суниці (ягоди) – 0,08 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,04 мг/кг), суниці (сік) – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,01 мг/кг), малині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), малиновому соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,01 мг/кг), ожині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), ожиновому соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,01 мг/кг);

Таблиця 6.10

Розрахункове середньодобове надходження флудіоксонілу та ципродинілу з харчовими продуктами в організм людини

Продукт	Добова норма споживання, г	Залишки в добовій нормі, мг						
		флудіоксоніл	ципродиніл	дифено- коназол	азокси- стробін	флукса- піроксад	металаксил- М	пенди- металін
хлібопродукти	313,4	-	0,0313	0,0157	0,0627	0,0628	0,0627	-
картопля	260,3	0,0052	-	0,0260	0,0521	0,026	0,0104	0,0026
морква	24,7	-	-	-	0,0025	-	0,0049	0,00025
капуста	76,7	0,0153	-	-	0,0153	-	0,0153	0,00077
цибуля	24,9	0,0050	-	-	0,0025	-	0,0012	0,00025
часник	2,5	-	-	-	0,0250	-	0,0005	0,000025
рис	6,8	0,3400	-	-	0,0007	-	-	-
бобові	5,2	0,0021	-	-	0,0010	-	0,0021	0,0010
ягоди	164,4	0,0164	0,0082	-	-	-	-	-
фрукти	164,4	0,0164	0,0164	0,0165	-	0,003	-	-
огірки	68,5	0,0027	0,0069	0,0069	0,0007	-	0,0343	0,00345
томати	68,5	0,0027	0,0069	0,0069	0,0137	-	0,0137	0,0069
баштанні	43,8	-	-	-	0,0088	-	-	
виноград	164,4	0,0164	0,0082	-	0,0164	-	0,0066	-
кукурудза*	19,5	0,0004	-	-	0,0039	-	0,0098	-
соняшник*	19,5	0,0098	0,0078	-	0,0039	-	0,0039	-
ріпак*	19,5	0,0039	-	-	0,0039	-	0,0078	-
цукровий буряк**	65,8	0,0033	-	0,0033	0,0066	-	0,0033	-
Всього		0,4221	0,0857	0,0753	0,2197	0,0918	0,1765	0,00814

Примітки: 1. * - можливе надходження речовини розраховано по олії; 2. * - можливе надходження речовини розраховано по цукру; 3. «-» - препарати на основі ципродинілу на зазначених культурах не використовуються.

МДР ципродинілу в суниці (ягоди) – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,05 мг/кг), суниці (сік) – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг), малині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг), малиновому соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг), ожині – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг), ожиновому соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг);

МДР флуксапіроксаду в кавунах – 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг);

МДР дифеноконазолу в кавунах – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,2 мг/кг), суниці – 0,2 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,2 мг/кг), суничному соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,01 мг/кг) ;

МДР пендиметаліну в суниці 0,05 мг/кг (межа кількісного визначення ГРХ – 0,05 мг/кг). Враховуючи технологію застосування препарату (до відновлення вегетації культури, у період вегетації після збирання врожаю) обґрунтовувати МДР пендиметаліну в суничному соку – не потребує.

МДР азоксистробіну в суниці - 0,1 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,05 мг/кг), суничному соку – 0,01 мг/кг (межа кількісного визначення ВЕРХ – 0,01 мг/кг).

Проведено порівняльний аналіз обґрунтованих величин МДР пестицидів з аналогічними величинами MRL, прийнятими в ЄС (EU Pesticides database). Величина MRL флудіоксонілу та ципродинілу в суниці, малині, ожині становить 5,0 мг/кг та 3,0 мг/кг відповідно до EU Pesticides database [256, 257]; MRL дифеноконазолу в кавунах – 0,2 мг/кг [258], суниці – 2,0 мг/кг [259], MRL флуксапіроксаду в кавунах – 0,15 мг/кг [260], MRL пендиметаліну в суниці – 0,05 мг/кг [261], MRL азоксистробіну в суниці – 10,0 мг/кг [262]. В більшості випадків величини МДР, обґрунтовані нами, співпадають з європейськими, або

є меншими, враховуючи національні підходи, щодо комплексного гігієнічного нормування пестицидів.

З метою перевірки обґрунтованості рекомендованого нормативу було проведено розрахунок можливого фактичного надходження д.р. в організм людини виходячи з запропонованої величини нормативу.

Враховуючи фактичне (сезонне) споживання ягід (164,4 г) [267], надходження ципродинілу в організм людини з суницею, малиною та ожиною може скласти 0,066 мг, що відповідає $\sim 3,7\%$ від допустимого добового надходження; флудіоксонілу з суницею, малиною та ожиною може скласти 0,08 мг ($\sim 8,9\%$ від допустимого добового надходження); пендиметаліну з суницею – 0,0083 мг, що становитиме $\approx 1,7\%$ від розрахункового безпечного допустимого рівня надходження пендиметаліну. Фактичне надходження дифеноконазолу та азоксистробіну в організм людини з суницею може становити 0,033 мг та 0,0165 мг, відповідно, що становить $27,5\%$ і $0,9\%$, відповідно, від допустимого добового надходження.

Враховуючи середньодобове споживання кавунів – 44 г, то фактичне надходження в організм людини флуксапіроксаду може становити $\sim 0,025$ мг, дифеноконазолу $\sim 0,029$ мг, що відповідає $\approx 2,3\%$ і $\approx 27,9\%$, відповідно, від розрахункового безпечного допустимого рівня надходження флуксапіроксаду з харчовими продуктами. Фактичне надходження металаксилу-М в організм людини з кавуном може становити 0,11 мг, що відповідає $\sim 7,52\%$ від допустимого добового надходження із ще не нормованими харчовими продуктами.

Відповідно, рекомендовані нормативи дають можливість забезпечити безпечність споживання ягід.

На підставі проведених натурних досліджень було обґрунтовано регламенти безпечного застосування досліджуваних препаратів в умовах використання в АПС і ОПГ (рис. 6.4, 6.5).

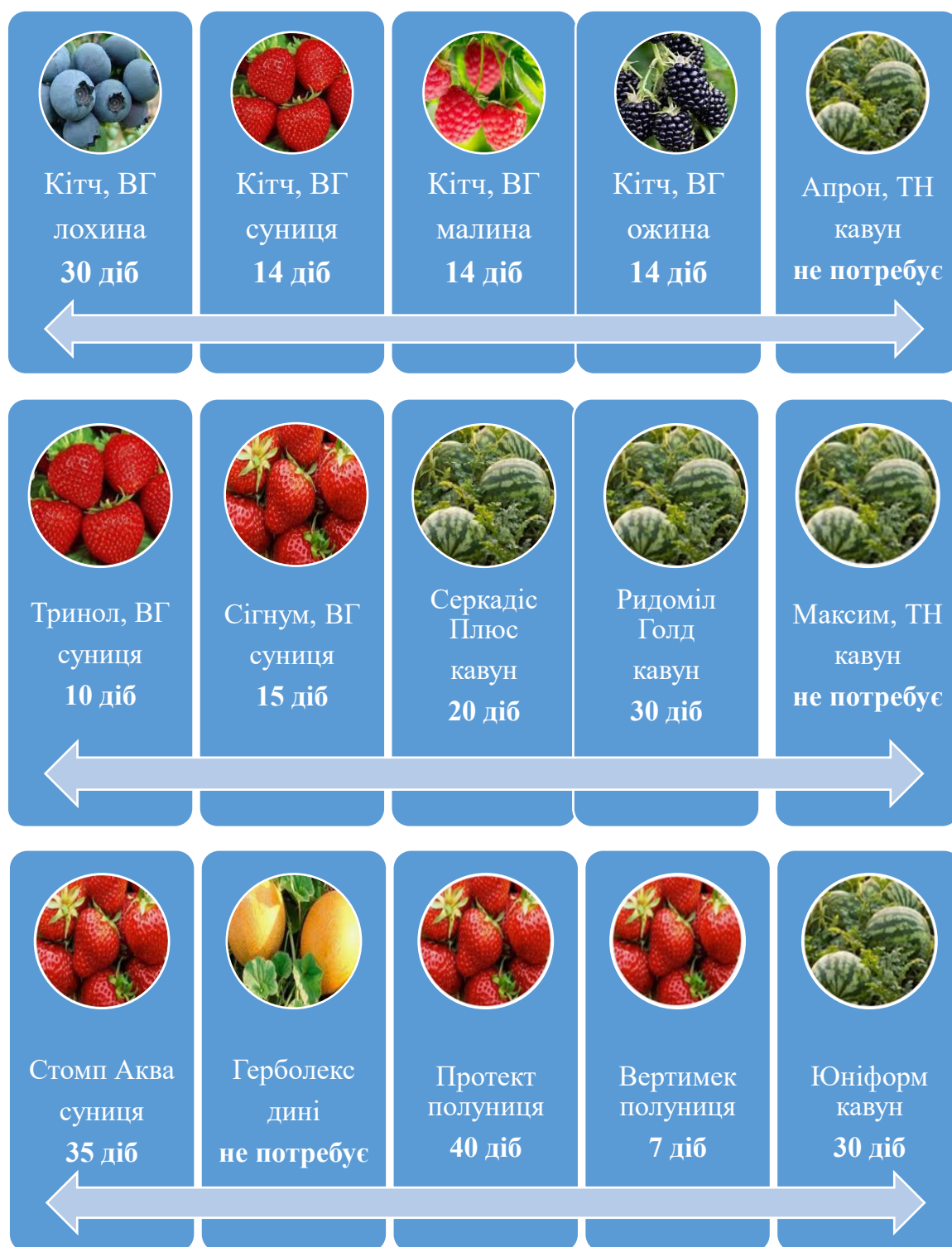


Рис. 6.4 Схема рекомендованих строків очікування до збору врожаю після застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних в АПС



Рис. 6.5 Схема рекомендованих строків очікування до збору врожаю після застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних в ОПГ

Контроль за застосуванням сумішевих препаратів Кітч, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Амістар Голд на ягідних та баштанних культурах рекомендовано проводити за обома діючими речовинами, компонентами препаративної форми.

6.4 Гігієнічна оцінка ризику для населення при споживанні сільськогосподарської продукції, вирощеної із застосуванням досліджуваних пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур

Питання якості та безпечності сільськогосподарської продукції, яка підлягає безпосередньому впливу пестицидів та становить основну частину харчового раціону людини та є сировиною для виготовлення дитячого харчування, потребує особливої уваги [263].

Дієтичні ризики як гербіцидів, так і фунгіцидів зростають. Органічно вирощені продукти становлять набагато менший ризик, ніж відповідні традиційно вирощені продукти. Системи, розроблені для відстеження харчових ризиків пестицидів, в ідеалі повинні враховувати кілька інших факторів:

- численні залишки в даному зразку їжі;
- мінливість профілю харчових залишків пестицидів;
- відмінності у сприйнятливості серед населення, пов'язані зі станом здоров'я, іншими хімічними речовинами, яким піддається людина,
- чи має людина генетичний поліморфізм, який впливає на метаболізм пестицидів або токсичність [48].

Для безпечного споживання залишки пестицидів повинні бути нижчими за максимальні залишкові ліміти (MRL). Фрукти та овочі є важливими компонентами харчування в різних суспільствах. Їх рекомендують їсти свіжими, неочищеними та необробленими через їхню високу харчову цінність та вміст мінералів, вітамінів, клітковини та антиоксидантів. З іншого боку, їжа (особливо фрукти та овочі) є одним із основних шляхів впливу пестицидів на людей, у п'ять разів вищим, ніж інші способи, такі як повітря та вода. Відповідно, необхідні зусилля для забезпечення сталого використання хімічних пестицидів, щоб уникнути підвищення рівня пестицидів у навколишньому середовищі та харчових продуктах [264].

Дієтичний вплив залишків пестицидів оцінюється шляхом об'єднання інформації про споживання харчових продуктів у ЄС, отриманої з досліджень харчування, наданих державами-членами, з даними про наявність залишків пестицидів у кожному харчовому продукті. Згідно з сучасними науковими знаннями, якщо виявлено, що вплив речовини з їжею є нижчим або рівним її токсикологічним контрольним значенням, ймовірність того, що ця речовина становить ризик для здоров'я споживачів, є низькою. Не можна виключити негативні наслідки для здоров'я, якщо харчовий вплив речовини перевищує її токсикологічні норми [265].

Сучасний споживач, як ніколи раніше, прагне зрозуміти, звідки походить їжа та як її вирощують у харчовому середовищі, що характеризується конвергенцією сільського господарства, харчування та стійкості [266].

Тому, наступним етапом була оцінка ризику для населення при споживання ягідних і баштанних культур, вирощених при застосуванні фунгіцидів, гербіцидів та інсектицидів. Оцінку ризику виконано за методикою, розробленою фахівцями Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, за наступними параметрами: величина допустимої добової дози (ДДД), середньодобового споживання продукту згідно з [267] та T_{50} в рослинах [203]. T_{50} пестициду в дослідній культурі визначали за допомогою методу математичного моделювання. Враховуючи величини кожного показника визначили бали, отримані бали додавали (по кожному пестициду) та оцінювали інтегральний показник небезпечності при потраплянні в організм людини з ягодами та баштанними культурами. Після додавання всіх балів інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП) оцінювали наступним чином: при його величині 3-5 балів – речовини малонебезпечні для людини (4 клас), 6-8 – помірно небезпечні (3 клас), 9-11 – небезпечні (2 клас), >11 – надзвичайно небезпечні (1 клас) [203].

Оцінка ризику забруднення залишковими кількостями досліджуваних пестицидів ягідних та баштанних культур (табл. 6.11-6.12) показала, що потенційний ризик для здоров'я населення не перевищував одиниці, що вказувало на незначний ризик для здоров'я. Величини ризику при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в промисловому секторі складали від $2,0 \times 10^{-3}$ до $1,04 \times 10^{-1}$, приватному секторі – від $4,0 \times 10^{-3}$ до $3,91 \times 10^{-1}$.

Інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП): ягідних та баштанних культур був у межах від 4 до 8 балів, що дозволило віднести досліджувані д.р. до малонебезпечних та помірно небезпечних для людини при споживанні ягідних і баштанних культур (табл. 6.13-14).

Таблиця 6.11

Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених при їх застосування в АПС

Препарат	Діюча речовина	культура	ДДД, мг/кг	МДР, мг/кг	ДСП, г	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Ризик ХП
Фунгіциди									
Кітч	ципродиніл	лохина	0,03	0,2	164,4	0,074	1,8	1,26	$5,9 \times 10^{-2}$
		суниця		0,05					
		малина		0,1					
		ожина		0,1					
	флудіоксоніл	лохина	0,015	0,1	164,4	0,062	0,9	0,63	$9,9 \times 10^{-2}$
		суниця		0,04					
		малина		0,1					
		ожина		0,1					
Тринол	фенгексамід	суниця	0,18	0,1	164,4	0,016	10,8	7,56	$2,0 \times 10^{-3}$
Світч	ципродиніл	лохина	0,03	0,2	164,4	0,033	1,8	1,26	$2,6 \times 10^{-2}$
	флудіоксоніл		0,015	0,1	164,4	0,016	0,9	0,63	$2,6 \times 10^{-2}$
Сігнум	боскалід	суниця	0,04	0,05	164,4	0,008	2,4	1,68	$5,0 \times 10^{-3}$
	піраклостробін		0,03	0,05	164,4	0,008	1,8	1,26	$7,0 \times 10^{-3}$
Серкадіс Плюс	флуксапіроксад	кавун	0,02	0,1	43,8	0,004	1,2	0,84	$5,0 \times 10^{-3}$
	дифеноконазол		0,002	0,2	43,8	0,009	0,12	0,08	$1,04 \times 10^{-1}$
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавун	0,03	0,2	43,8	0,009	1,8	1,26	$7,0 \times 10^{-3}$
	хлорокис міді		0,05	5	43,8	0,219	3	2,1	$1,04 \times 10^{-1}$
Юніформ	азоксистробін	кавун	0,03	0,2	43,8	0,009	1,8	1,26	$7,0 \times 10^{-3}$
	металаксил-М		0,03	0,2	43,8	0,009	1,8	1,26	$7,0 \times 10^{-3}$
Апрон	металаксил-М	кавун	0,03	0,2	43,8	0,009	1,8	1,26	$7,0 \times 10^{-3}$
Максим	флудіоксоніл	кавун	0,015	0,2	43,8	0,009	0,9	0,63	$1,4 \times 10^{-3}$

Продовження табл. 6.11

Препарат	Діюча речовина	культура	ДДД, мг/кг	МДР, мг/кг	ДСП, г	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Ризик ХП
Гербициди									
Стомп Аква	пендиметалін	суниця	0,008	0,05	164,4	0,008	0,48	0,34	$2,4 \times 10^{-2}$
Герболекс	гліфосат	кавуни	0,01	0,3	43,8	0,013	0,6	0,42	$3,1 \times 10^{-2}$
Інсектициди									
Протект	спіродиклофен	суниця	0,001	0,02	164,4	0,003	0,06	0,04	$7,8 \times 10^{-2}$
Вертімек	абамектин	суниця	0,0002	0,02	164,4	0,003	0,01	0,01	$3,91 \times 10^{-1}$

Таблиця 6.12

Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних і баштанних культур, вирощених при їх застосування в ОПГ

Препарат	Діюча речовина	культура	ДДД, мг/кг	МДР, мг/кг	ДСП, г	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Ризик ХП
Фунгіциди									
Амістар Голд	дифеноконазол	суниця	0,002	0,2	164,4	0,033	0,12	0,08	$3,91 \times 10^{-1}$
	азоксистробін		0,03	0,1	164,4	0,016	1,8	1,26	$1,3 \times 10^{-2}$
Топаз	пенконазол	чорна смородина	0,007	0,05	164,4	0,008	0,42	0,29	$2,8 \times 10^{-2}$
Гербицид									
Дуал Голд	S-метолахлор	кавуни	0,01	0,04	43,8	0,002	0,6	0,42	$4,0 \times 10^{-3}$
Інсектицид									
Вертімек	абамектин	полуниця	0,0002	0,02	164,4	0,003	0,01	0,01	$3,91 \times 10^{-1}$

Таблиця 6.13

Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених в АПС

Препарат	Діюча речовина	Культура	T ₅₀ ¹ , діб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ССП, г/добу	Бали	Сума балів	Клас небезпеки
Фунгіциди										
Кітч	ципродиніл	лохина	6,51±0,27	2	0,03	1	164,4	2	5	малонебезпечні
		суниця	8,05±0,22	2					5	малонебезпечні
		малина	12,90±0,44	2					5	малонебезпечні
		ожина	12,85±0,42	2					5	малонебезпечні
		M±m	10,08±0,87	2					5	малонебезпечні
	флудіоксоніл	лохина	5,03±0,10	2	0,015	2	164,4	2	6	помірно небезпечні
		суниця	6,33±0,21	2					6	помірно небезпечні
		малина	7,03±0,09	2					6	помірно небезпечні
		ожина	8,69±0,21	2					6	помірно небезпечні
		M±m	6,77±0,40	2					6	помірно небезпечні
Тринол	фенгексамід	суниця	5,00±0,30	2	0,18	1	164,4	2	5	малонебезпечні
Світч	ципродиніл	лохина	7,37±0,23	2	0,03	1	164,4	2	5	малонебезпечні
	флудіоксоніл	лохина	6,03±0,12	2	0,015	2	164,4	2	6	помірно небезпечні
Сігнум	боскалід	суниця	6,83±0,18	2	0,04	1	164,4	2	5	малонебезпечні
	піраклостробін	суниця	10,94±0,39	2	0,03	1	164,4	2	5	малонебезпечні
Серкадіс Плюс	флуksапіроксад	кавун	6,60±0,31	2	0,02	2	43,8	1	5	малонебезпечні
	дифеноконазол	кавун	20,34±3,36	3	0,002	4	43,8	1	8	помірно небезпечні
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавун	16,23±0,15	3	0,03	1	43,8	1	5	малонебезпечні
	мідь	кавун	7,25±0,06	2	0,05	1	43,8	1	4	малонебезпечні
Юніформ	азоксистробін	кавун	19,18±0,59	3	0,03	1	43,8	1	5	малонебезпечні
	металаксил-М	кавун	15,72±0,50	3	0,03	1	43,8	1	5	малонебезпечні
Апрон	металаксил-М	кавун	<5	1	0,03	1	43,8	1	3	малонебезпечні
Максим	флудіоксоніл	кавун	<5	1	0,015	2	43,8	1	4	малонебезпечні

Продовження табл. 6.13

Препарат	Діюча речовина	Культура	T ₅₀ ¹ , діб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ССП, г/добу	Бали	Сума балів	Клас небезпеки
Гербіциди										
Стомп Аква	пендиметалін	суниця	14,85±0,19	2	0,008	2	164,4	2	6	помірно небезпечні
Герболекс	гліфосат	кавуни	3,40±0,05	1	0,01	4	43,8	1	6	помірно небезпечні
Інсектициди										
Протект	спіродиклофен	суниця	7,45±0,05	2	0,001	4	164,4	2	8	помірно небезпечні
Вертімек	абамектин	суниця	5,20±0,21	2	0,0002	4	164,4	2	8	помірно небезпечні

Таблиця 6.14

Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених в ОПГ

Препарат	Діюча речовина	Культура	T ₅₀ ¹ , діб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ССП, г/добу	Бали	Сума балів	Клас небезпеки
Фунгіциди										
Амістар Голд	дифеноконазол	суниця	9,87±0,16	2	0,002	4	164,4	2	8	помірно небезпечні
	азоксистробін	суниця	7,18±0,11	2	0,03	1	164,4	2	5	малонебезпечні
Топаз	пенконазол	чорна смородина	13,31±0,60	2	0,007	2	164,4	2	6	помірно небезпечні
			13,46±1,49	2					6	помірно небезпечні
			13,49±0,50	2					6	помірно небезпечні
			12,67±1,32	2					6	помірно небезпечні
		M±m	13,23±0,46	2					6	помірно небезпечні
Гербіцид										
Дуал Голд	S-метолахлор	кавун	<5,00	1	0,01	2	43,8	1	4	малонебезпечні
Інсектицид										
Вертімек	абамектин	суниця	4,57±0,08	1	0,0002	4	164,4	2	7	помірно небезпечні

Примітка: ССП: середнє споживання продукту, г/добу.

Зважаючи на те, що частина пестицидних формуляцій, яка рекомендована до застосування на ягідних та баштанних культурах, є комбінованими і ймовірний адитивний або синергічний ефекти на здоров'я людини, нами, також, здійснено оцінку ризику впливу комбінованих пестицидів з ягідними та баштаними культурами. Оцінку комбінованого впливу здійснювали згідно рекомендацій [263], з урахуванням гігієнічних нормативів в сільськогосподарській продукції, величин ДДД, їх відносних потенційних факторів (табл. 6.15-6.16).

Отримані дані аналізу вмісту пестицидів при їх застосування в промислових умовах свідчать, що індекси небезпеки (НІ) впливу залишкових кількостей пестицидів, що містяться у динях становили $6,0 \times 10^{-01}$, кавунах – $1,64 \times 10^{-01}$, лохині – $7,31 \times 10^{-02}$, малині – $2,74 \times 10^{-02}$, ожині – $5,48 \times 10^{-02}$, суниці – $7,20 \times 10^{-02}$; в приватному секторі: кавунах – $6,0 \times 10^{-01}$, суниці – $2,95 \times 10^{-01}$, чорній смородині – $4,20 \times 10^{-01}$. Отримані величини НІ на 1-2 порядки нижні допустимої величини (нижче 1). Отримані результати свідчать про те, що існує низький рівень гострого (короткострокового) ризику на здоров'я споживачів ягідних та баштанних культур.

В таблицях 6.15-6.16 наведено результати оцінки ймовірного комбінованого впливу сумішей пестицидів при застосування комбінованих пестицидних формуляцій, до складу яких входить декілька діючих речовин. Отримані результати показали, при застосуванні комбінованих препаратів в промисловому секторі сумарне добове надходження флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Кітч) з ягідними культурами до організму людини становить 11,05 % від ДДД флудіоксонілу; металаксилу-М і хлорокису міді (препарат Ридоміл Голд) з кавунами – 4,67 % від ДДД металаксилу-М, флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Світч) з лохиною – 3,65 % від ДДД флудіоксонілу, флуксапіроксаду і дифеноконазолу (препарат Серкадіс Плюс) з кавунами – 7,67 % від ДДД дифеноконазолу, боскаліду і піраклостробіну (препарат Сігнум) з суницею – 0,80 % від ДДД піраклостробіну, азоксистробіну

Таблиця 6.15

Оцінка впливу залишкових кількостей комбінацій діючих речовин пестицидів в баштанних та ягідних культурах при їх застосуванні в АПС

Культура	Препарат	Діюча речовина	Хімічний клас*	ДДД, мг/кг	МДР, мг/кг	Добове споживання продукту, кг/добу	Денна експозиція (Е), мг/кг/добу	Коефіцієнт небезпеки (НҚ)	Індекс небезпеки (НІ)
дині	Герболекс	гліфосат	ФОС	0,01	0,3	0,0438	$1,31 \times 10^{-05}$	$6,0 \times 10^{-01}$	$6,0 \times 10^{-01}$
кавун	Серкадіс Плюс	флуксапіроксад	КА	0,02	0,1	0,0438	$7,30 \times 10^{-05}$	$3,65 \times 10^{-03}$	$1,64 \times 10^{-01}$
	Серкадіс Плюс	дифенокназол	Т	0,002	0,2	0,0438	$1,46 \times 10^{-04}$	$7,30 \times 10^{-02}$	
	Ридоміл Голд	металаксил-М	А	0,03	0,2	0,0438	$1,46 \times 10^{-04}$	$4,87 \times 10^{-03}$	
	Ридоміл Голд	хлорокис міді	НО	0,05	5,0	0,0438	$3,65 \times 10^{-03}$	$7,30 \times 10^{-02}$	
	Юніформ	азоксистробін	С	0,03	0,2	0,0438	$1,46 \times 10^{-04}$	$4,87 \times 10^{-03}$	
	Юніформ	металаксил-М	А	0,03	0,2	0,0438	$1,46 \times 10^{-04}$	$4,87 \times 10^{-03}$	
лохина	Кітч	ципродиніл	АП	0,03	0,2	0,1644	$5,48 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	$7,31 \times 10^{-02}$
	Кітч	флудіоксоніл	Ф	0,015	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	
	Світч	ципродиніл	АП	0,03	0,2	0,1644	$5,48 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	
	Світч	флудіоксоніл	Ф	0,015	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	
малина	Кітч	ципродиніл	АП	0,03	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$9,13 \times 10^{-03}$	$2,74 \times 10^{-02}$
	Кітч	флудіоксоніл	Ф	0,015	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	
ожина	Кітч	ципродиніл	АП	0,03	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$9,13 \times 10^{-03}$	$5,48 \times 10^{-02}$
	Кітч	флудіоксоніл	Ф	0,015	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$1,83 \times 10^{-02}$	
суниця	Кітч	ципродиніл	АП	0,03	0,05	0,1644	$1,37 \times 10^{-04}$	$4,57 \times 10^{-03}$	$7,20 \times 10^{-02}$
	Кітч	флудіоксоніл	Ф	0,015	0,08	0,1644	$2,19 \times 10^{-04}$	$1,46 \times 10^{-02}$	
	Тринол	фенгексамід	А	0,18	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$1,52 \times 10^{-03}$	
	Сігнум	боскалід	А	0,04	0,05	0,1644	$1,37 \times 10^{-04}$	$3,43 \times 10^{-03}$	
	Сігнум	піраклостробін	С	0,03	0,05	0,1644	$1,37 \times 10^{-04}$	$4,57 \times 10^{-03}$	
	Стомп Аква	пендиметалін	ДА	0,008	0,05	0,1644	$8,22 \times 10^{-06}$	$4,80 \times 10^{-01}$	
	Протект SC	спіродиклофен	ТК	0,001	0,02	0,1644	$3,29 \times 10^{-06}$	$6,00 \times 10^{-02}$	
	Вертімек	абамектин	АВ	0,0002	0,02	0,1644	$3,29 \times 10^{-06}$	$1,20 \times 10^{-02}$	

Примітки: 1. * ФОС – фосфорорганічні сполуки; Т – триазолі; АП – анілінопіримідини; Ф – фенілпірол; С – стробілурини; А – аніліди; КА – карбоксаміди; НО – неорганічні сполуки; ДА – дінітроаніліни; ТК – похідні тетранової кислоти; АВ – авермектин.

Таблиця 6.15

Оцінка впливу залишкових кількостей комбінацій діючих речовин пестицидів в баштанних та ягідних культурах при їх застосуванні в ОПГ

Культура	Препарат	Діюча речовина	Хімічний клас	ДДД	МДР	Добове споживання продукту, кг/добу	Денна експозиція (Е), мг/кг/добу	Коефіцієнт небезпеки (НҚ)	Індекс небезпеки (НІ)
кавуни	Дуал Голд	S-метолахлор	АЦ	0,01	0,04	0,0438	$1,75 \times 10^{-06}$	$6,0 \times 10^{-01}$	$6,0 \times 10^{-01}$
суниця	Амістар Голд	дифеноконазол	Т	0,002	0,2	0,1644	$5,48 \times 10^{-04}$	$2,74 \times 10^{-01}$	$2,95 \times 10^{-01}$
	Амістар Голд	азоксистробін	С	0,03	0,1	0,1644	$2,74 \times 10^{-04}$	$9,13 \times 10^{-03}$	
	Вертімек	абамектин	АВ	0,0002	0,02	0,1644	$3,29 \times 10^{-06}$	$1,20 \times 10^{-02}$	
чорна смородина	Топаз	пенконазол	Т	0,007	0,05	0,1644	$8,22 \times 10^{-06}$	$4,20 \times 10^{-01}$	$4,20 \times 10^{-01}$

Примітки: 1. * АЦ – ацетаміди; Т – триазоли; С – стробілурини; АВ – авермектини.

Таблиця 6.16

Оцінка комбінованого впливу компонентів препаративної форми на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених в АПС

Препарат	Діюча речовина	культура	ДДД, мг/кг	Денна експозиція (Е), мг/кг/добу	ВПФ	Е-ВПФ, мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*	Загальна сумарна небезпека (Нсум), мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*
Кітч	ципродиніл	лохина	0,03	$5,48 \times 10^{-04}$	0,5	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83	$5,48 \times 10^{-04}$	3,65
	флудіоксоніл		0,015	$2,74 \times 10^{-04}$	1,0	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83		
	ципродиніл	малина	0,03	$2,74 \times 10^{-04}$	0,5	$1,37 \times 10^{-04}$	0,91	$4,11 \times 10^{-04}$	2,74
	флудіоксоніл		0,015	$2,74 \times 10^{-04}$	1,0	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83		
	ципродиніл	ожина	0,03	$2,74 \times 10^{-04}$	0,5	$1,37 \times 10^{-04}$	0,91	$4,11 \times 10^{-04}$	2,74
	флудіоксоніл		0,015	$2,74 \times 10^{-04}$	1,0	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83		
	ципродиніл	суниця	0,03	$1,37 \times 10^{-04}$	0,5	$6,85 \times 10^{-05}$	0,46	$2,88 \times 10^{-04}$	1,92
	флудіоксоніл		0,015	$2,19 \times 10^{-04}$	1,0	$2,19 \times 10^{-04}$	1,46		
Кітч Σ	ципродиніл	Σ	0,03	$1,23 \times 10^{-03}$	0,5	$6,17 \times 10^{-04}$	4,11	$1,66 \times 10^{-03}$	11,05
	флудіоксоніл		0,015	$1,04 \times 10^{-03}$	1,0	$1,04 \times 10^{-03}$	6,94		
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавун	0,03	$1,46 \times 10^{-04}$	1,0	$1,46 \times 10^{-04}$	0,49	$2,34 \times 10^{-03}$	4,67
	хлорокис міді		0,05	$3,65 \times 10^{-03}$	0,6	$2,19 \times 10^{-03}$	4,38		
Світч	ципродиніл	лохина	0,03	$5,48 \times 10^{-04}$	0,5	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83	$5,48 \times 10^{-04}$	3,65
	флудіоксоніл		0,015	$2,74 \times 10^{-04}$	1,0	$2,74 \times 10^{-04}$	1,83		
Серкадіс Плюс	флуksапіроксад	кавун	0,02	$7,30 \times 10^{-05}$	0,1	$7,30 \times 10^{-06}$	0,37	$1,53 \times 10^{-04}$	7,67
	дифеноконазол		0,002	$1,46 \times 10^{-04}$	1,0	$1,46 \times 10^{-04}$	7,30		
Сігнум	боскалід	суниця	0,04	$1,37 \times 10^{-04}$	0,8	$1,03 \times 10^{-04}$	0,34	$2,40 \times 10^{-04}$	0,80
	піраклостробін		0,03	$1,37 \times 10^{-04}$	1,0	$1,37 \times 10^{-04}$	0,46		
Юніформ	азоксистробін	кавун	0,03	$1,46 \times 10^{-04}$	1,0	$1,46 \times 10^{-04}$	0,49	$2,92 \times 10^{-04}$	0,97
	металаксил-М		0,03	$1,46 \times 10^{-04}$	1,0	$1,46 \times 10^{-04}$	0,49		

Таблиця 6.16

Оцінка комбінованого впливу компонентів препаративної форми на здоров'я людини при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених в ОПГ

Препарат	Діюча речовина	культура	ДДД, мг/кг	Денна експозиція (Е), мг/кг/добу	ВПФ	Е-ВПФ, мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*	Загальна сумарна небезпека (Нсум)	% від ДДД/с*
Амістар	дифеноконазол	суниця	0,002	$5,48 \times 10^{-04}$	1,0	$5,48 \times 10^{-04}$	27,40	$5,67 \times 10^{-04}$	28,36
Голд	азоксистробін		0,03	$2,74 \times 10^{-04}$	0,1	$1,92 \times 10^{-05}$	0,96		

і металаксилу-М (препарат Юніформ) з кавунами – 0,97 % від ДДД обох діючих речовин.

При застосуванні комбінованого препарату Амістар Голд в приватному секторі сумарне добове надходження дифеноконазолу і азоксистробіну з суницею до організму людини становить 28,36 % від ДДД дифеноконазолу.

Висновки до розділу 6

1. Встановлено, що за показником стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах (T_{50}) дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін належать до II класу небезпечності, інші діючі речовини – IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 .

2. Обґрунтовані 20 максимально допустимі рівні (МДР) досліджуваних д.р. в ягідних та баштанних культурах, що дозволить виконувати контроль за застосуванням пестицидів та зменшити ризик для населення при споживанні даних продуктів та медико-санітарні нормативи безпечного застосування препаратів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Герболекс, Протект, Вертімек, Юніформ, Апрон, Максим при їх застосування в АПС і препаратів Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек в ОПГ на ягідних та баштанних культурах.

3. Оцінка забруднення залишковими кількостями досліджуваних пестицидів ягідних та баштанних культур показала, що потенційний ризику для здоров'я населення не перевищував одиниці, що вказувало на незначний ризик для здоров'я. Інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП): ягідних та баштанних культур був у межах від 4 до 8 балів, що дозволило віднести досліджувані д.р. до малонебезпечних та помірно небезпечних для людини при споживанні ягідних і баштанних культур.

5. Проведено математичне моделювання поведінки досліджуваних діючих речовин у вегетуючих ягідних та баштанних культурах та отримані кінетичні рівняння, які дозволяють здійснювати прогноз руйнації д.р. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки в у мовах ОПГ знаходилось

в діапазоні від 0,8433 до 0,9525, в АПС - діапазоні від 0,7292 до 0,9877, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

6. За критерієм стійкості (T_{50}) у вегетуючих сільськогосподарських культурах моніторингові дослідження необхідні для контролю вмісту наступних пестицидів дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін, які належать до стійких сполук ($T_{50} > 15$ діб).

Наведена в розділі інформація висвітлена в таких публікаціях – [268, 269].

РОЗДІЛ 7

АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Відомі переваги споживання ягід та баштанних, адже ягоди містять такі необхідні для здоров'я людини мікроелементи, вітамін С, фолієву кислоту, клітковину. Крім того ягоди мають додаткові переваги для здоров'я, оскільки вони багаті флавоноїдами, такими як антоціани, флавоноли, флавони, флаванони та ізофлавоноїди, містять дубильні речовини і фенольні кислоти. Дослідження *in vitro* показують, що антоціани в ягодах мають антиоксидантну, протизапальну та регулюючу дію на клітини і, відповідно, протиракові властивості, позитивний вплив на серцево-судинну систему. Ягоди можуть бути використані в профілактиці та лікуванні гострих і хронічних захворювань серцево-судинної системи, діабету [270, 271, 272, 273]. Проте, застосування пестицидів може спричинити забруднення сільськогосподарської продукції їх залишками [274, 275] і викликати зрушення в стані здоров'я, такі як рак, серцево-судинні, респіраторні та неврологічні захворювання [276, 277, 278].

Питанню оцінки ризику для людини та екосистем приділяється велика увага на етапі реєстрації пестицидів в різних країнах світу. Використання пестицидів регулюється великою кількістю законодавчих документів в країнах ЄС. EFSA оцінює д.р., що використовуються для захисту рослин, а держави-члени ЄС оцінюють і дають дозвіл на пестициди на національному рівні, використовуючи наступні регламенти: рамковий Регламент (ЄС) № 1107/2009, Регламент (ЄС) № 396/2005. Цей регламент також містить рекомендації щодо офіційного контролю залишків пестицидів в харчових продуктах. Міжнародний кодекс поведінки щодо використання пестицидів був розроблений ФАО (FAO – Food and Agriculture Organisation) і Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) і виконує функції управління пестицидами для всіх державних і приватних організацій. Агентство з охорони навколишнього середовища США (EPA) також рекомендує проведення оцінки екологічного ризику [279, 280, 281, 282]. Оцінка ризику впливу пестицидів на навколишнє середовище та здоров'я

людини дозволяє розробити заходи щодо мінімізації ризиків, пов'язаних із їх застосуванням [281, 282].

Протягом останніх років спостерігається інтенсифікація застосування хімічних засобів захисту рослин, залишки яких виявляються далеко від місця їх застосування, що може спричиняти забруднення навколишнього середовища [281]. Враховуючи викладене, виникає необхідність впровадження оцінки комбінованого ризику для довкілля та здоров'я людини [283].

Проведений аналіз застосування пестицидів на сільськогосподарських культурах, в тому числі на ягідних, за останні роки показав, що кількість пестицидів за останні 11 років (2012-2023 рр.) збільшилась на 75,6 %, з темпом приросту $21,0 \pm 6,4$ % кожні 3-4 роки (рис. 7.1, 7.2).

Встановлено, кількість пестицидів, дозволених до використання на ягідних культурах складала 1,8-2,2%, а на баштанних культурах - 2,5-3,6 % від загальної кількості в промисловому секторі із тенденцією до зростання в середньому на 34,5 % і 15,8 %, відповідно, в приватному секторі – 3,7-4,2 % на ягодах і 10,2-20,2 % на баштанних культурах з темпом приросту 17,3 % і 16,4 %, відповідно (рис. 7.3).

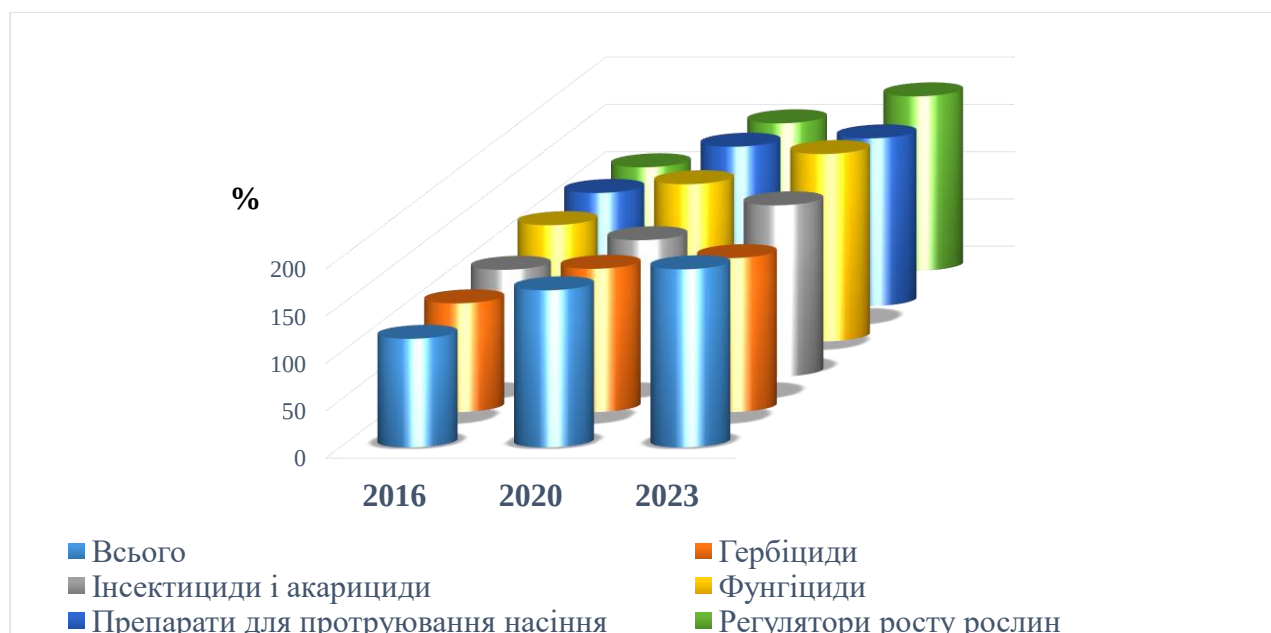


Рис. 7.3. Темпи росту асортименту пестицидів, дозволених до використання в Україні у період з 2012-2023 рр.

В більшості країн Європи, Україні та світі актуальним залишається питання оцінки ризику для населення і працівників при застосуванні пестицидів для захисту ягідних і баштанних культур [284]. В Україні, офіційно затверджені документи, які передбачають оцінку професійного ризику. Фахівцями науково-дослідних установ, які займаються питаннями нормування пестицидів, розроблені методики оцінки ризику для населення не затверджені на державному рівні [137, 183, 184, 185, 203, 204, 207, 208, 209]. Тому існуючі підходи і методики оцінки ризику потребують узагальнення та гармонізації з європейськими і повинні передбачати розробку рекомендацій щодо ризик-орієнтованого підходу обґрунтування медико-санітарних нормативів пестицидів та виявлення критеріїв, необхідних для вирішення питання необхідності проведення моніторингових досліджень пестицидів в різних об'єктах навколишнього середовища.

Для досягнення поставленої мети виконано дослідження в 9 етапів. Опис етапів, матеріали, методи та обсяг дослідження наведено на рис. 7.4.

Серед критеріїв, які слід використовувати при вирішенні питання необхідності моніторингових досліджень, рекомендовано ряд показників, таких як обсяги застосування пестицидів, їх фізико-хімічні властивості, токсичні властивості, стійкість в об'єктах навколишнього середовища та ін. [207, 285].

Першим етапом нашого дослідження була оцінка токсичних властивостей пестицидів, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах. Було встановлено, що більшість фунгіцидних препаратів та їх д.р. належать до II класу небезпечності, крім препаратів Кітч, Тринол, Сігнум та д.р. боскалід, що належать до III класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Аналізовані гербіциди та їх д.р. – є пестицидами II класу небезпечності, за винятком препарату Стомп Аква, який є помірно небезпечним (III клас небезпечності) (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність). Досліджуваний інсектицид Вертімек і д.р. спіродиклофен належать

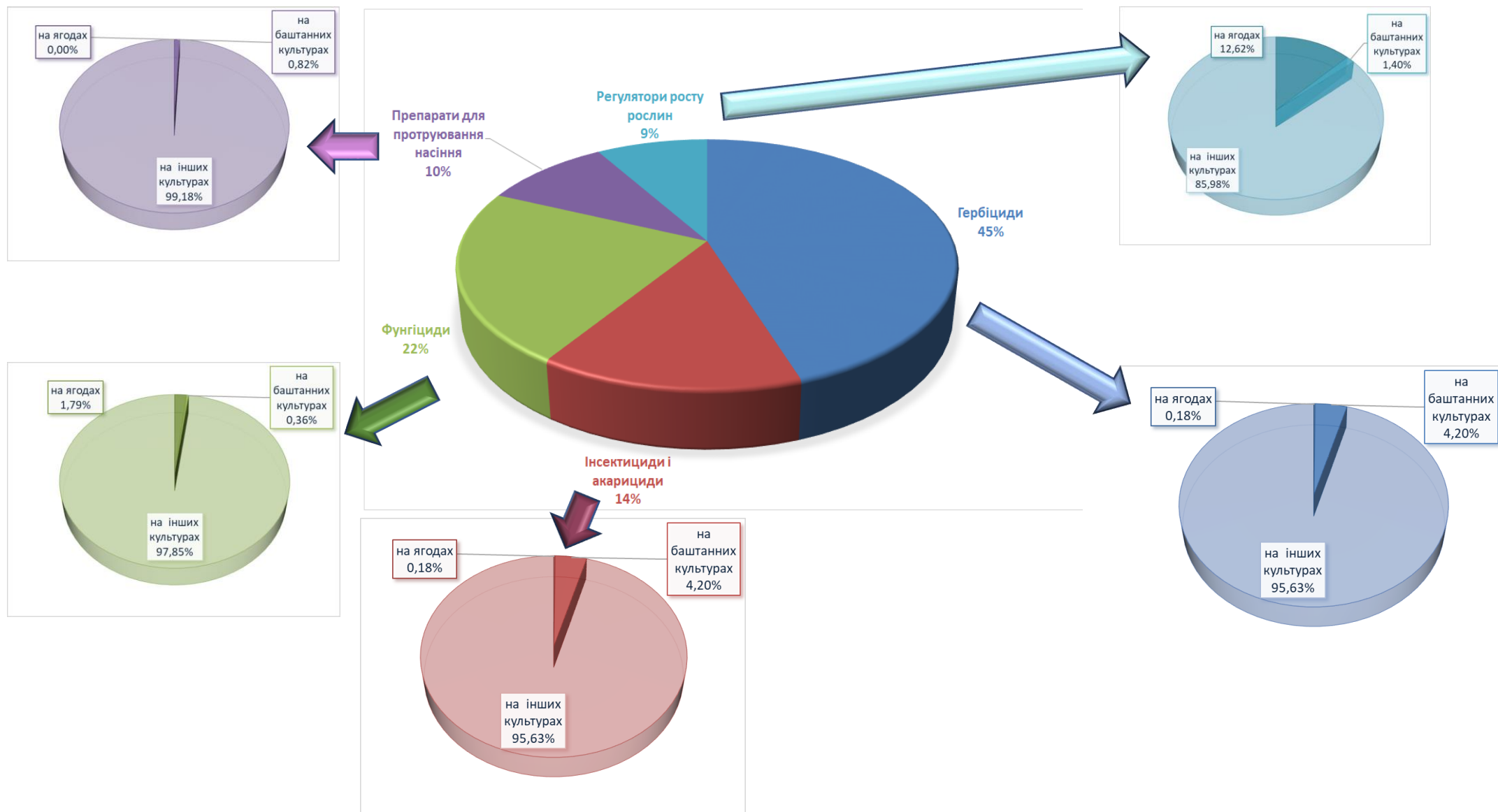


Рис. 7.1 Структура асортименту пестицидів дозволених до використання в Україні в АПС (2023 р.) [40]

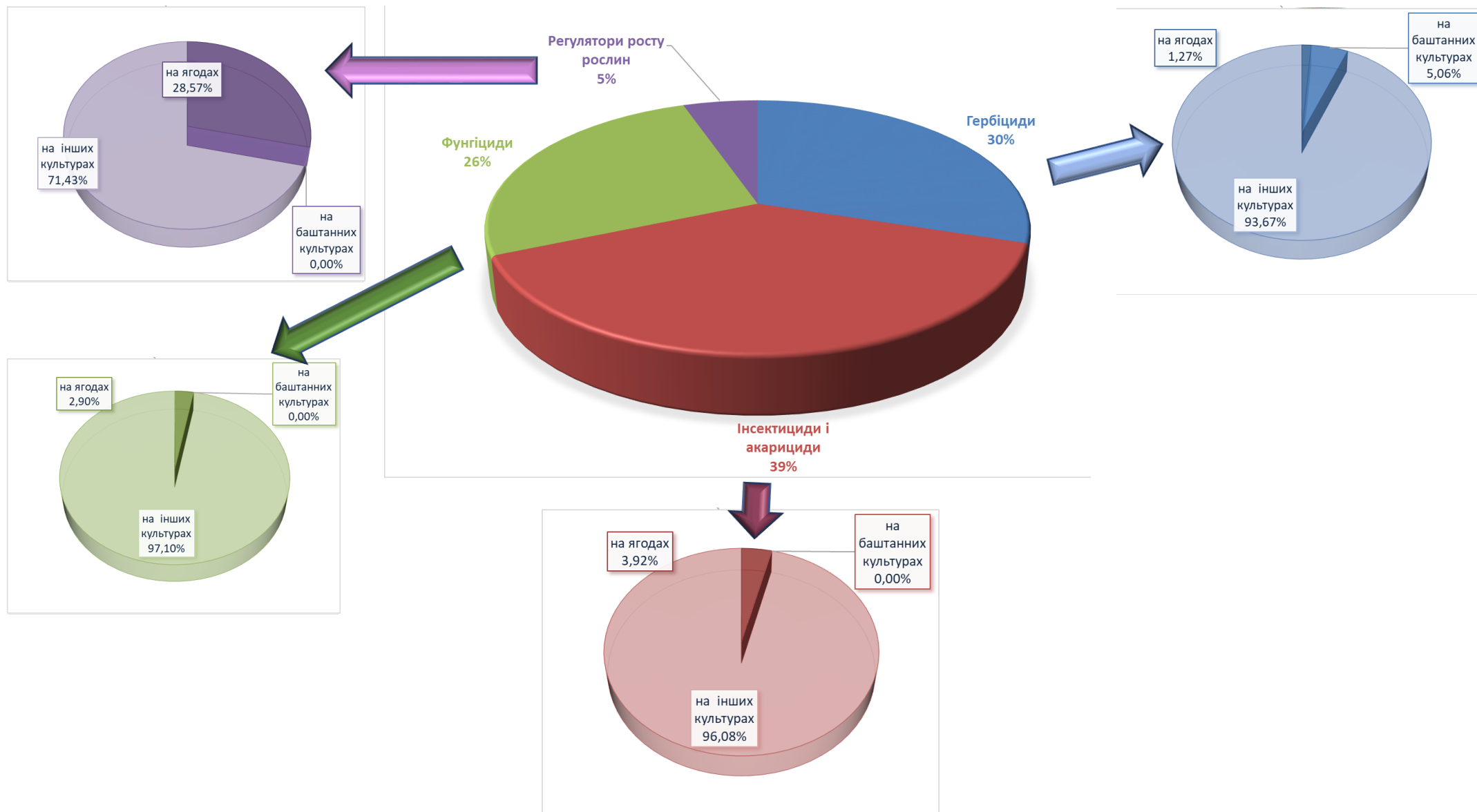
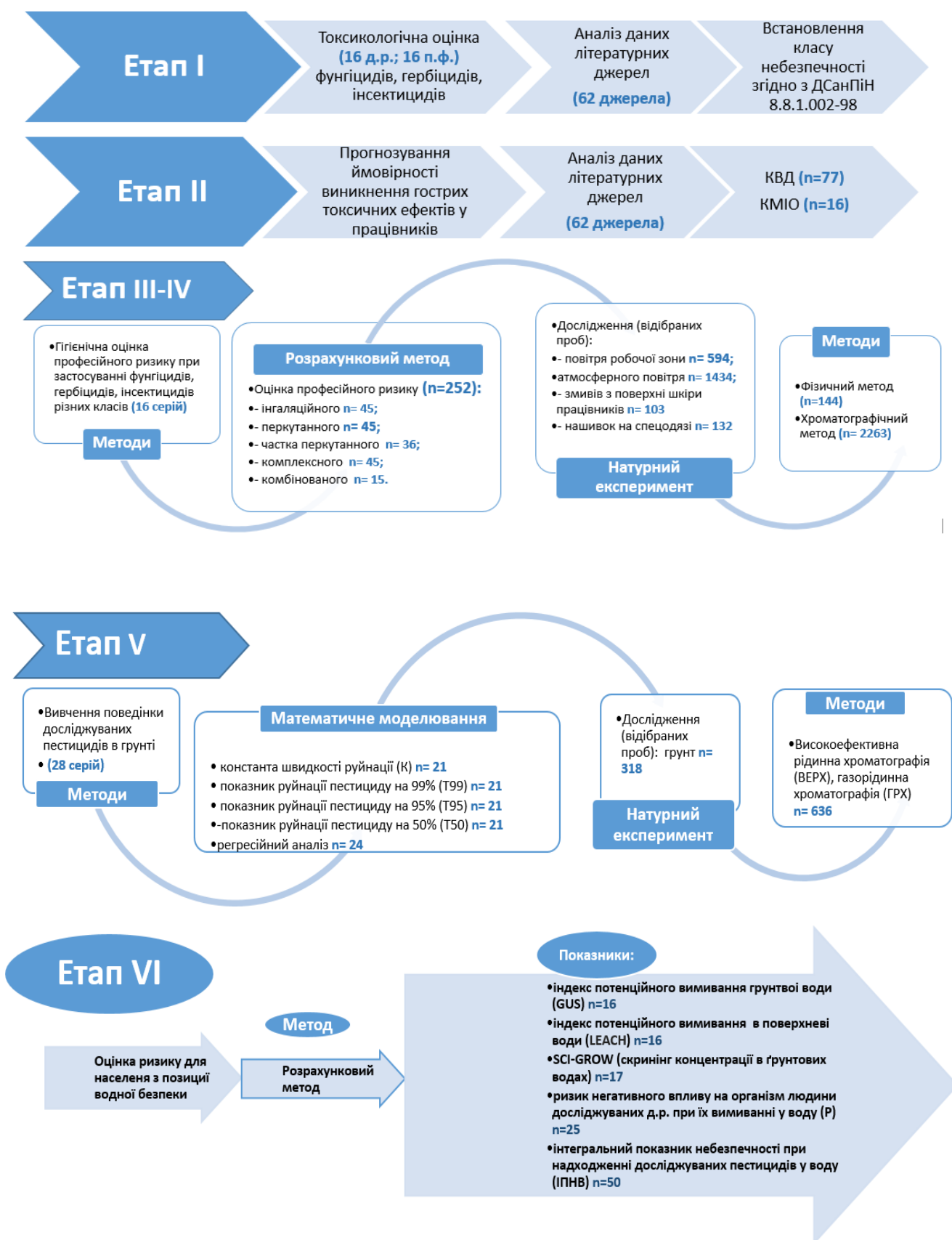


Рис. 7.2 Структура асортименту пестицидів дозволених до використання в Україні в ОПГ (2023 р.) [40]



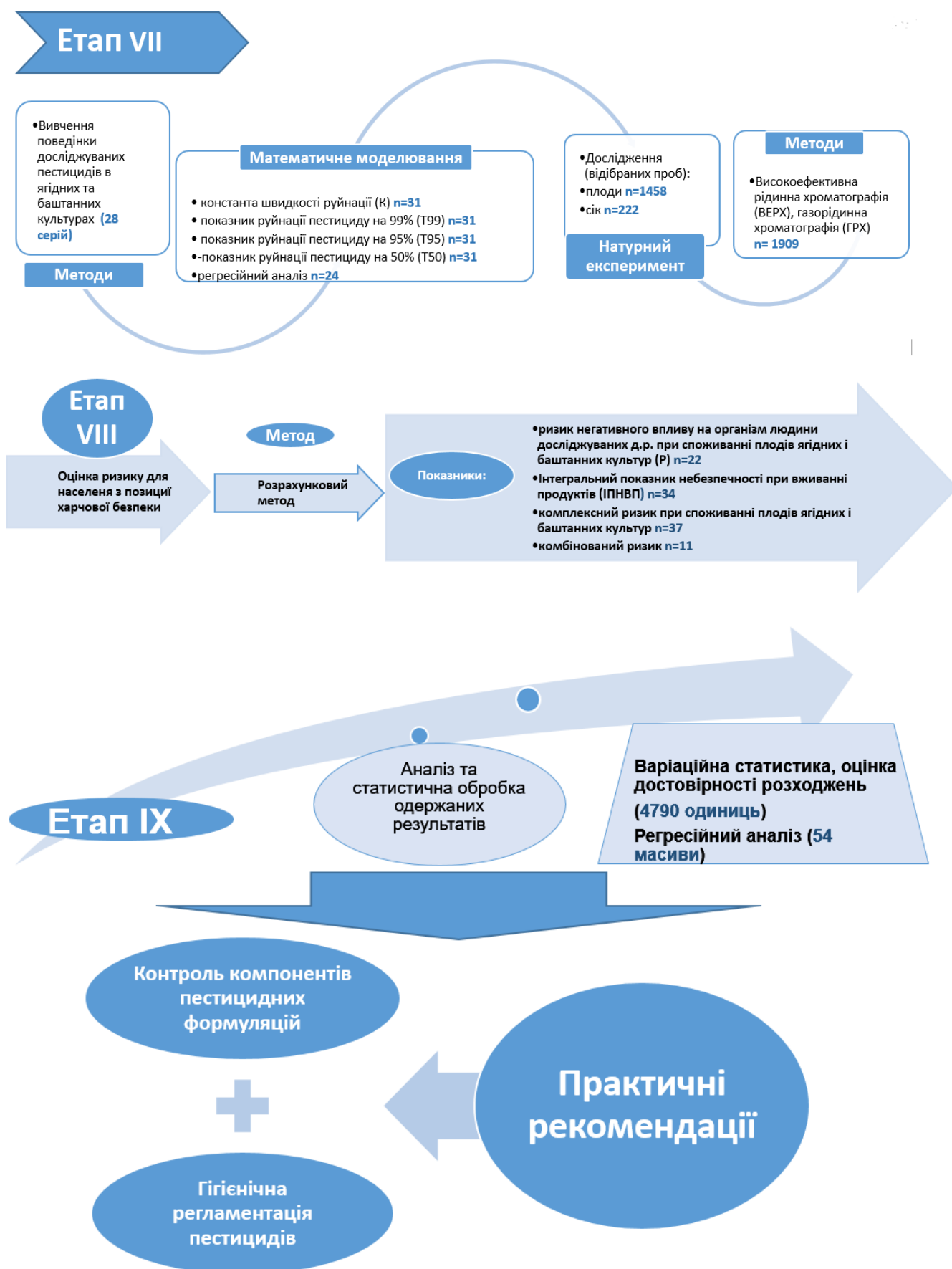


Рис. 7.4 Етапи, матеріали, методи та обсяг дослідження

до II класу небезпечності, препарат Протект – II класу, д.р. абамектин – I класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність).

За подразнюючою дією на шкіру та слизові оболонки очей піддослідних тварин д.р. металаксил-М має виражений подразнюючий ефект на слизові оболонки очей (I клас небезпечності), помірно подразнює препарат Юніформ (II клас), не подразнюють – д.р. ципродиніл, фенгексамід, боскалід, дифеноконазол, мідь, пенконазол і препарат Максим (IV клас), усі інші д.р. і фунгіцидні препарати – слабо подразнюють слизові оболонки очей (III клас небезпечності). Серед гербіцидів препарати Стомп Аква і Дуал Голд не подразнюють слизові оболонки очей (IV клас небезпечності), д.р. гліфосат є помірним подразником (II клас небезпечності), пендиметалін, S-метолахлор і препарат Герболекс – слабо подразнюють слизові оболонки (III клас). Інсектицид Протект і його д.р. – не подразнюють слизові оболонки (IV клас небезпечності), Вертімек і його діюча речовина – слабо подразнюють слизові оболонки (III клас).

У всіх випадках віддалені ефекти дії досліджуваних д.р. не є лімітуючими при встановленні інтегрального класу небезпечності.

Проведений аналіз щодо ризику для населення, враховуючи клас небезпечності та величину ДДД, наявного впливу на щитоподібну залозу, як критеріїв токсикологічної небезпечності пестицидів, виділено найбільш небезпечні пестициди: фунгіциди класу триазолі – пенконазол, дифеноконазол, інсектициди спіродиклофен та абамектин, гербіциди S-метолахлор, гліфосат. Отримані результати слід враховувати при прийнятті рішення необхідності проведення моніторингових досліджень.

На наступному етапі виконано оцінку ймовірності виникнення отруєнь пестицидами працівників. Гостре отруєння пестицидами є постійною серйозною глобальною проблемою охорони здоров'я. У всьому світі щорічно реєструється близько 385 мільйонів випадків ненавмисних гострих отруєнь пестицидами, включаючи близько 11000 смертельних випадків [286]. Пестициди є широко використовуваними сполуками. Вони дозволяють значно підвищити ефективність виробництва сільськогосподарської продукції. Проте велика

кількість епідеміологічних досліджень показала, що ці токсичні сполуки можуть взаємодіяти та надавати негативний вплив не лише на свої цілі (шкідники, бур'яни та патогени), а й на інше середовище, у тому числі на людину. Особливо це актуально для працівників, які займаються виробництвом, транспортуванням, підготовкою та застосуванням цих токсикантів. Відповідно, все більше даних продемонстрували зв'язок між професійним впливом пестицидів і розвитком широкого спектру патологій, починаючи від екземи і закінчуючи неврологічними захворюваннями та раком [217]. Прогнозування виникнення гострих токсичних ефектів є одним із етапів оцінки небезпеки пестицидів та критерієм, який слід враховувати при вирішенні питання необхідності проведення моніторингових досліджень[306].

Порівняльний аналіз (табл. 7.1) отриманих нами результатів обчислень КВД при різних шляхах надходження, з результатами аналізу зазначених показників для інших пестицидів, які рекомендовані для захисту інших видів сільськогосподарських культур, показав у більшості випадків схожість ймовірних ефектів, оскільки не виявлено достовірних розходжень ($p > 0,05$) між зазначеними показниками, отриманими при власних дослідженнях, та іншими дослідниками для пестицидів різних хімічних класів та груп, рекомендованих для хімічного захисту культур [287, 288, 289, 290, 291].

Порівняльний аналіз величин коефіцієнтів вибіркової дії досліджуваних сполук показав, що більшість фунгіцидів мають достатню вибіркувистість дії (КВД > 100) при дермальному і інгаляційному впливі, крім амідів і піримідинів, стробілуринів та дитіокарбаматів при інгаляційному впливі, які володіють низькою вибіркувистістю дії (КВД = 1-99), аналізовані інсектициди також в більшості випадків мають достатню вибіркувистість дії (КВД > 100) при дермальному і інгаляційному впливі. Досліджувані гербіциди мають низьку вибіркувистість дії при інгаляційному впливі (КВД = 1-99), при дермальному впливі результати власних досліджень показали, що гербіциди класу динітроаніліни та обрані для порівняння гербіциди класу триазинони і амонійні сполуки мають достатню вибіркувистість дії (КВД > 100).

Таблиця 7.1

Результати порівняльного аналізу коефіцієнтів вибіркової дії д.р. пестицидів при дермальному та інгаляційному надходженні

Хімічний клас	Діюча речовина	КВД _{інг.} ¹	КВД _{інг.} ²	КВД _{дерм.} ¹	КВД _{дерм.} ²	Джерело літератури
Фунгіциди*						
Анілінопіримідини, гідроксианіліди, фенілацетамід, дікарбоксаміди, піразолкарбоксаміди	ципродиніл	31,60	31,6	329,22	329,2	[287, 288, 289, 290]
	валіфенал	-	201,3	-	267,4	
	піриметаніл	-	40,7	-	643,0	
	фенгексамід	66,63	-	411,52	-	
	цифлуфенамід	-	2350,6	-	6172,8	
	фамоксадон	-	149,6	-	374,1	
	ізопіразам	-	417,2	-	987,7	
	пентіопірад	-	287,1	-	633,1	
	седаксан	-	67,1	-	411,5	
Σ (піримідини, амід) (M±m)		49,1±17,5	501,9±311,9	370,4±41,2	1355,7±807,8	
стробілури	азоксистробін	29,8±15,7	77,4±24,9	539,3±283,7	602,8±346,9	[287, 288, 290]
	піраклостробін	68,32	30,6	1472,35	1234,6	
	трифлуксистробін	-	52,4	-	141,1	
Σ стробілури (M±m)		42,6±15,7	77,35±24,9	850,3±351,5	602,8±346,9	
триазоли, тіазоли	дифеноконазол	434,6±217,3	458,9±125,3	1654,3±827,2	1447,0±477,1	[287, 288, 290]
	тебуконазол	-	1508,2±1005,3	-	3703,7±2469,1	
	пропіконазол	-	477,4	-	2057,6	
	паклобутразол	-	515,2	-	4115,2	
	пенконазол	1000,0	1032,1	4629,63	4629,6	
	оксатіапіпролін	-	1646,1	-	10288,1	
Σ триазоли, тіазоли (M±m)		623,0±226,4	717,4±190,3	2646,1±110,8	2911,1±774,8	

Продовження табл. 7.1

Хімічний клас	Діюча речовина	КВД _{інг.} ¹	КВД _{інг.} ²	КВД _{дерм.} ¹	КВД _{дерм.} ²	Джерело літератури
аніліди	боскалід	198,72	198,1	370,74	369,6	[288, 289, 290]
	беналаксил-М	-	987,7	-	1234,6	
	металаксил-М	173,9±52,3	121,7	949,2±285,4	664,5	
	флуксапіроксад	699,26	1239,3±439,8	1646,09	3037,4±1077,8	
Σ аніліди (M±m)		311,4±131,2	896,9±320,2	978,8±285,7	1993,5±755,3	
морфоліни	диметоморф	-	233,9	-	1724,1	[288]
дитіокарбамати	манкоцеб	-	32,9±6,3	-	85,4±16,5	[288, 289, 290]
	метирам	-	32,2	-	176,4	
Σ дитіокарбамати (M±m)		-	32,7±3,6	-	116,4±31,5	
фенілпіроли	флудіоксоніл	102,72	318,1±195,6	493,83	1481,5±987,7	[287, 288]
неорганічні сполуки	хлорокис міді	42,03	-	350,23	-	
Σ фунгіциди (M±m)		248,9±81,9	637,8±136,3	1403,8±529,5	2206,3±545,4	
Гербіциди*						
динітроаніліни	пендиметалін	39,57	-	194,11	-	-
ацетаміди	S-метолахлор	7,41	-	31,82	-	-
фосфоногліцини	гліфосат	12,73	-	31,82	-	-
аніліди	флуфенацет	-	61,6	-	205,8	[290]
триазинони	метрибузин	-	14,7	-	282,1	[290]
амонійні сполуки	дикват	-	199,6	-	411,5	[290]
Σ гербіциди (M±m)		19,9±9,9	91,9±55,5	85,9±54,1	299,8±60,0	

Продовження табл. 7.1

Хімічний клас	Діюча речовина	КВД _{інг.} ¹	КВД _{інг.} ²	КВД _{дерм.} ¹	КВД _{дерм.} ²	Джерело літератури
Інсектициди*						
похідні тетранової кислоти	спіродиклофен	344,99	-	857,34	-	[291]
	спіромезіфен	-	130	-	334	
авермектини	абамектин	27,98	3,1	6858,71	126	[291]
нітрогуанідини	тіаметоксам	-	55,8±14,9	-	205,3±68,1	[287, 290]
	імідаклоприд	-	1552,02	-	3527,3	[290]
Σ нітрогуанідини (M±m)		-	554,5±498,8	-	1312,6±1108,0	
Σ інсектициди (M±m)		186,5±158,5	359,3±298,9	3858,0±300,7	879,6±663,1	

Примітки: 1. «-» - дослідження не проводили, 2. «*» - порівняння вибірок проводили за Т-критерієм Вілкоксона.

Отримані результати вказують на необхідність використання засобів індивідуального захисту при роботі з пестицидами для захисту ягідних та баштанних культур.

На наступному етапі виконано натурні дослідження щодо санітарно-гігієнічної оцінки умов праці працівників АПС і ОПГ при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. Виявлено відсутність забруднення аналізованими пестицидами повітря робочої зони заправників, трактористів та операторів, атмосферного повітря в зоні можливого зносу препарату в день дослідження, а також через 3 і 7 діб після застосування. Оцінка професійного ризику показала, що в АПС індекс небезпечності при комплексному впливі фунгіцидів на заправників і трактористів складав $0,110 \pm 0,046$ і $0,155 \pm 0,071$, гербіцидів – $0,34 \pm 0,025$ та $0,380 \pm 0,257$, інсектицидів – $0,221 \pm 0,111$ і $0,222 \pm 0,110$, відповідно; індекс небезпечності при комбінованому впливі декількох діючих речовин – $0,239 \pm 0,088$ і $0,336 \pm 0,140$ для заправників та трактористів, відповідно та доведено, що професійний ризик при їх використанні не перевищує допустимий. Перкутанний, інгаляційний, сумарний та комбінований ризику для операторів при проведенні ранцевої обробки досліджуваними пестицидами в ОПГ є меншим 1, тобто не перевищує допустимий ($p > 0,05$) (Рис. 7.5-7.6).



Рис. 7.5 Величини ризику для операторів при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в ОПГ

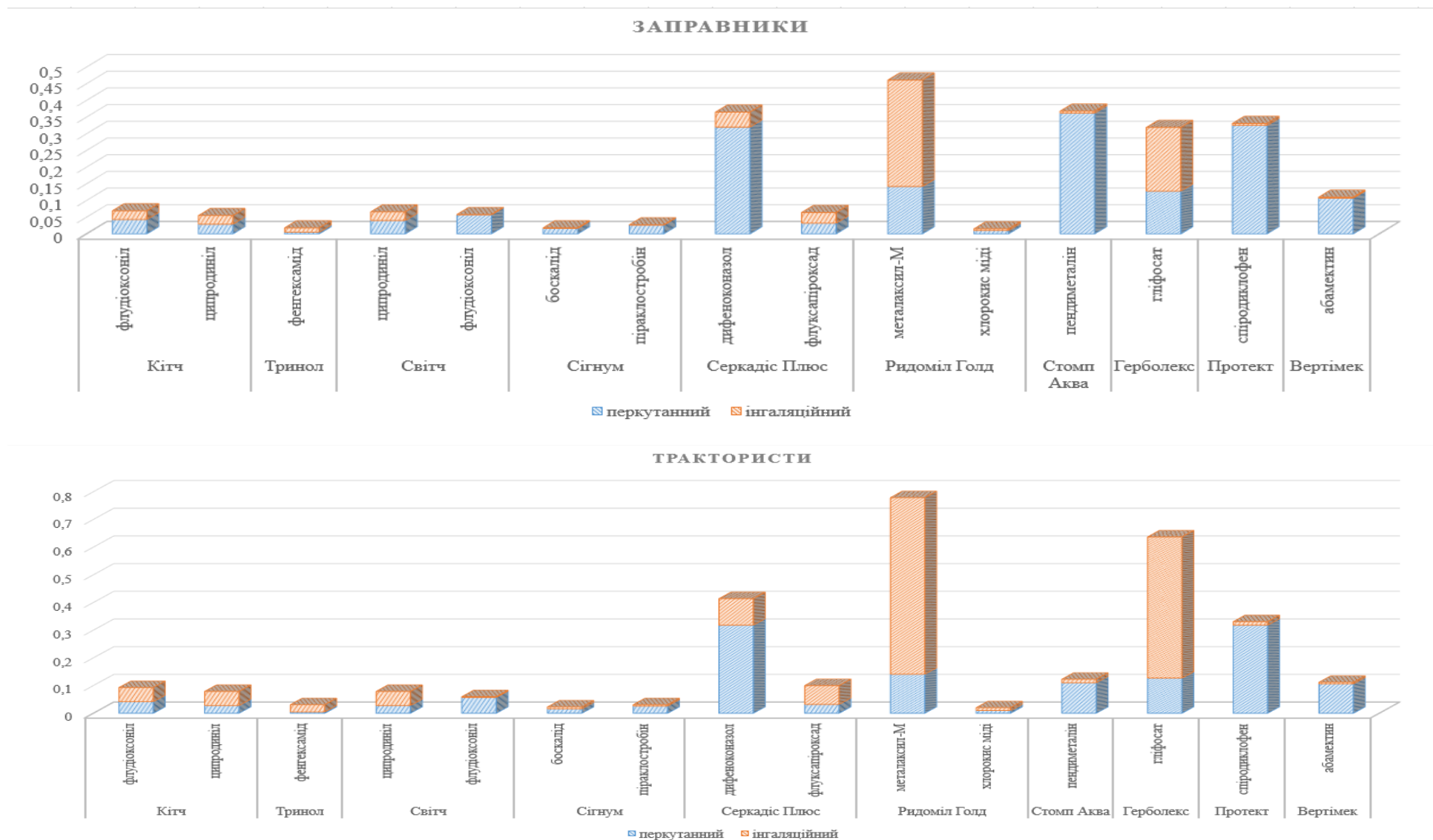


Рис. 7.6 Величини ризику для заправників і трактористів при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур в АПС

Серед досліджуваних діючих речовин найбільший перкутаний ризик встановлений при застосуванні пенконазолу, а найменший для абамектину. Інгаляційний ризик найвищий для металаксилу-М (препарат Юніформ), а найменший для азоксистробіну цього ж препарату. Сумарний ризик найбільший для пенконазолу, найменший для абамектину. Оскільки препарати Амістар Голд, Юніформ, Ридоміл Голд містять у своєму складі дві діючих речовини, можлива їх комбінована дія. Розрахувавши комбінований ризик, було виявлено, що він не перевищує допустимий. Відсоток перекутаного ризику для всіх діючих речовин був більше 50%, за виключенням S-метолахлору. Було встановлено, що величини інгаляційного та перкутанного ризику для операторів достовірно не відрізняється за критерієм Стюдента ($p > 0,05$). Отримані результати ризиків співпадають із результатами аналогічних натурних досліджень проведених при застосуванні пестицидів на інших культурах при різних видах обробки, які є меншими за одиницю [215, 292].

Коефіцієнт небезпечності при інгаляційному і перкутанному надходженні у заправників і трактористів достовірно не відрізнялись за критерієм Стюдента ($p > 0,05$). Частка перкутанного ризику для заправників при застосуванні різних груп пестицидів коливалась в межах 65,74-97,58 %, трактористів – 50,72-95,23 %.

Аналогічні результати були отримані в ході раніше проведених натурних експериментів при застосуванні пестицидів на суниці в умовах ОПГ та було встановлено, що величина комбінованого ризику для працюючих складає 0,45 і не перевищує допустимий [228]. При застосуванні пестицидів для захисту картоплі величини перкутанного ризику складали у заправників $56,3 \pm 7,3$ % трактористів – $43,9 \pm 7,3$ %. Величини індексів небезпечності при комплексному та комбінованому впливі не перевищували допустимі [293].

Дослідження професійного ризику при застосуванні новітніх способів обробки показали, що значення комбінованого ризику достовірно вищі у трактористів ніж у заправників. Значення комбінованого ризику пілота були нижчими, ніж у оператора БПЛА. Величини комбінованого ризику для всіх

професійних контингентів при виконанні різних виробничих операцій також не перевищували допустимий рівень і складали в середньому $0,46 \pm 0,02$ [294].

При проведенні натурних досліджень на садових культурах препаратом Оберон Рапід 240 SC, КС, до складу якого входять дві діючі речовини: спіромезифен та абамектин, було встановлено, що коефіцієнт небезпечності коливався в межах $0,5 \times 10^{-4}$ – $10,0 \times 10^{-4}$ при інгаляційному впливі і був на десятки порядків вищим за перкутанний, який становив $0,04 \times 10^{-4}$ – $1,5 \times 10^{-4}$. Комбінований ризик був меншим за одиницю та становив для заправника $7,8 \times 10^{-4}$, для тракториста – $11,1 \times 10^{-4}$ [295].

За результатами досліджень, проведених на посівах олійних культур в агропромисловому секторі фунгіцидами Аканто, КС, Ретенго, КЕ, Амістар Голд 250 SC, КС індекси небезпечності шкідливого впливу д.р. пікоксистробіну, піраклостробіну, азоксистробіну та дифеноконазолу при комплексному надходженні (інгаляційному та дермальному) за умов наземної та авіаційної обробки були допустимими (нижчими 1) [296].

В наведених даних літератури наголошується на використанні засобів індивідуального захисту при роботі з пестицидами [293, 294, 295, 296].

Досвід багатьох країн показав, що запобігання ризику для здоров'я, спричиненого пестицидами, є технічно здійсненним і економічно вигідним для окремих людей і всього суспільства. Належна оцінка ризику та управління використанням пестицидів є важливим компонентом цієї профілактики [220].

Крім того, використання відповідного обладнання для розпилення, яке добре обслуговується, разом із вжиттям усіх запобіжних заходів, необхідних на всіх етапах роботи з пестицидами, може мінімізувати вплив пестицидів на людину та їхній потенційний негативний вплив на навколишнє середовище [297].

В результатів виконаних досліджень було обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування препаратів Кітч, ВГ, Тринол, ВГ, Світч 62,5 WG, ВГ, Сігнум, ВГ, Серкадіс Плюс, КС, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ, Стомп Аква, СК, Герболекс в.р., Протект SC, КС, Вертімек 018 ЕС, КЕ, Амістар Голд

250 SC, КС, Топаз, КЕ, Юніформ 446 SE – строки виходу працівників на оброблені ділянки для проведення механізованих робіт 3 доби, ручних – 7 діб при їх застосуванні в системі хімічного захисту ягідних та баштанних культур. Для препарату Дуал Голд – 7 та 15 діб відповідно, Апрон, ТН і Максим, ТН – не потребує.

Наступний етап дослідження був присвячений санітарно-гігієнічним дослідженням динаміки вмісту д.р. хімічних засобів захисту в ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України. Результати натурного експерименту по оцінці динаміки вмісту досліджуваних д.р. в ґрунті показали, що їх залишки не були виявлені на момент збору врожаю. Математичне моделювання поведінки досліджуваних д.р. у ґрунті дозволило отримати кінетичні рівняння, які дозволяють здійснювати прогноз їх руйнації. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки в умовах ОПГ знаходилося в діапазоні від 0,7274 до 0,9955, в умовах АПС – діапазоні від 0,8135 до 0,9977, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі. За стабільністю в ґрунті, при застосуванні пестицидів в промисловому секторі фенгексамід та флудіоксоніл (препарат Світч), хлорокис міді, гліфосат, спіродиклофен, абамектин належать до малонебезпечних пестицидів (IV клас), флудіоксоніл (препарат Кітч), ципродиніл, металаксил-М до помірно стійких (III клас), боскалід, дифеноконазол, азоксистробін, піраклостробін, пендиметалін, флуксапіроксад до стійких (II клас). При застосуванні пестицидів в приватному секторі азоксистробін, пенконазол, металаксил-М віднесено до II класу, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – до III класу, абамектин – IV класу.

Порівняльний аналіз отриманих результатів власних натурних досліджень стійкості пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України та показників стійкості в країнах ЄС показав, що у більшості випадків стійкість аналізованих груп пестицидів у ґрунті співпадає з результатами аналізу T_{50} у країнах ЄС і розходження у даному показнику стійкості не достовірні ($p > 0,05$), за виключенням абамектину та боскалід розходження достовірні ($p < 0,05$) (табл. 7.2, 7.3).

Таблиця 7.2

Результати порівняння стійкості досліджуваних діючих речовин у ґрунті та ймовірність їх вимивання в ґрунтові води (АПС)

Діюча речовина	T_{50}^1	T_{50}^2	Достовірність розходжень (t)	Клас небезпечності ^{1/2}	GUS ¹	GUS ²
Фунгіциди						
флудіоксоніл	14,27±1,56	17,0±4,36 ^{Ф, І}	-0,58*	III/III	-1,33±0,06	-1,35
ципродиніл	25,29±20,02	51,33±25,31 ^{Ф, Б}	-1,02*	II/II	0,89±0,02	1,06
фенгексамід	7,62±0,26	2,89±2,62 ^{В, Іс}	1,79*	IV/IV	1,17±0,02	-0,42
боскалід	38,10±0,32	254,00±33,49 ^{С, Ф}	-6,44**	II/I	1,76±0,004	2,68
піраклостробін	33,26±0,99	44,30±26,89 ^{Н, У}	-0,41*	II/II	0,05±0,0004	0,05
флуксапіроксад	53,92±0,63	196,8±95,89 ^{В, Ф}	-1,49*	II/I	1,97±0,005	2,57
дифеноконазол	30,08±5,32	125,60±72,72 ^{Іс, В}	-1,31*	II/I	0,62±0,03	0,83
металаксил-М	3,33±1,36	18,10±6,55 ^{В, Г}	2,13*	IV/III	3,19±0,03	2,42
хлорокис міді	10,64±0,05	3,40±3,30 ^{Ф, Н}	2,19*	IV/IV	1,03±0,002	-1,00
азоксистробін	37,17±1,29	154,5±70,79 ^{В, Нв}	-1,66*	II/I	1,93±0,01	3,10
Гербіциди						
пендиметалін	37,12±1,62	109,13±42,71 ^{Нд, І}	-1,68*	II/I	-0,38±0,005	-0,28
гліфосат	7,96±0,05	7,08±3,65 ^{Н, С}	0,24*	IV/IV	0,76±0,002	0,21
Інсектициди						
спіродиклофен	7,87±0,69	7,03±3,44 ^{А, Нд}	0,24*	IV/IV	-0,44±0,02	-0,42
абамектин	9,59±0,01	1,27±0,27 ^{А, М}	31,2**	IV/IV	0,18±0,001	0,015

Примітки: 1. «*» – розходження не достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p > 0,05$; 2. «**» - розходження достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p < 0,05$. 3. T_{50}^1 – період напівруйнації пестицидів в ґрунті за результатами власних досліджень (ґрунтово-кліматичні умови України). 4. T_{50}^2 – період напівруйнації пестицидів в ґрунті за результатами досліджень країн ЄС [135]: ^Ф – Франція, ^І – Іспанія, ^Б – Бельгія, ^В – Великобританія, ^{Іс} – Іспанія, ^С – Словаччина, ^Н – Німеччина, ^У – Угорщина, ^Г – Греція, ^{Нв} – Норвегія, ^{Нд} – Нідерланди, ^А – Австрія, ^М – Мальта.

Таблиця 7.3

Результати порівняння стійкості досліджуваних діючих речовин у ґрунті та ймовірність їх вимивання в ґрунтові води (ОПГ)

Діюча речовина	T_{50}^1	T_{50}^2	Достовірність розходжень (t)	Клас небезпечності ^{1/2}	GUS ¹	GUS ²
Фунгіциди						
дифеноконазол	24,77±1,65	125,60±72,72 ^{Іс, В}	-1,39*	II-III/I	0,59±0,01	0,83
азоксистробін	32,85±1,75	154,5±70,79 ^{В, Нв}	-1,72*	II/I	1,86±0,03	3,10
пенконазол	30,94±2,58	90,57±13,86 ^{Л, П}	-4,22*	II/I	0,96±0,03	0,49
металаксил-м	31,14±0,76	18,10±6,55 ^{В, Г}	1,98*	IV/III	3,14±0,02	2,42
хлорокис міді	12,94±1,17	3,40±3,30 ^{Ф, Н}	2,42*	IV/IV	1,10±0,07	-1,00
Гербіциди						
S-метолахлор	12,70±0,19	27,47±15,2 ^{Ф, Н}	0,97*	III/III	1,87±0,01	2,32
Інсектициди						
абамектин	5,89±0,03	1,27±0,27 ^{А, М}	17,24**	IV/IV	0,14±0,001	0,015

Примітки: 1. «*» – розходження не достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p > 0,05$; 2. «**» - розходження достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p < 0,05$. 3. T_{50}^1 – період напівруйнації пестицидів в ґрунті за результатами власних досліджень (ґрунтово-кліматичні умови України). 4. T_{50}^2 – період напівруйнації пестицидів в ґрунті за результатами досліджень країн ЄС [135]: ^Ф – Франція, ^В – Бельгія, ^В – Великобританія, ^{Іс} – Іспанія, ^Н – Німеччина, ^Г – Греція, ^{Нв} – Норвегія, ^А – Австрія, ^М – Мальта, ^Л – Латвія, ^П – Польща.

За критерієм стійкість у ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах ЄС фенгексамід, мідь, гліфосат, спіродиклофен, абамектин належать до малостійких (IV клас небезпечності), металаксил-М, флудіоксоніл, S-метолахлор – помірно стійкі (III клас небезпечності), ципродиніл, піраклостробін – стійкі (II клас небезпечності), азоксистробін, флуксапіроксад, боскалід, дифеноконазол, пендиметалін і пенконазол – надзвичайно стійкі (I клас небезпечності), що вказує в більшості випадків на схожість небезпеки за стійкість у ґрунті.

Аналіз отриманих результатів (табл. 7.2, 7.3) показав, що за показником GUS більшість досліджуваних пестицидів ймовірно не вимиваються з ґрунту або мають незначну ймовірність вимивання при їх застосуванні на ягідних і баштанних культурах в промислових умовах та приватному секторі, за виключенням металаксилу-М, який ймовірно вимивається з ґрунту.

Результати обчислень величин SCI-GROW досліджуваних діючих речовин, а також порівняльний аналіз отриманих величин з аналогічними показниками, отриманими в умовах застосування в країнах ЄС наведено в (табл. 5.5, 5.6). Показано, що у більшості випадків показник SCI-GROW на порядок нижче при застосуванні пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України.

Комплексна оцінка небезпеки для здоров'я населення досліджуваних пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, показала, що ризик негативного їх впливу на здоров'я людей при споживанні води (Р) є допустимим.

Аналогічні результати отримано при застосуванні інших пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України. Так ризик для людини при застосування пестицидів на основі амікарбазону був в діапазоні $7,4 \times 10^{-4}$ - $1,2 \times 10^{-3}$ (допустимий ризик), біциклопірону – $8,3 \times 10^{-5}$ - $3,2 \times 10^{-1}$ (допустимий ризик), підифлуметофену – $3,4 \times 10^{-5}$ - $9,8 \times 10^{-4}$ (допустимий ризик) [298, 299].

Власні дослідження показали, що за інтегральним показником небезпечності пестицидів при надходженні досліджуваних д.р. у воду (ІПНВ),

при їх застосуванні в промисловому секторі, д.р. флудіоксоніл, піраклостробін, пендиметалін є малонебезпечними (4 клас), фенгексамід, боскалід, флуксапіроксад, азоксистробін, спіродиклофен, абамектин – помірно небезпечні (3 клас), ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, небезпечні (2 клас); в приватному секторі: пенконазол, абамектин – 3 клас (помірно небезпечні), дифеноконазол, азоксистробін, металаксил-М – 2 клас (небезпечні).

Порівняльний аналіз отриманих результатів щодо оцінки ризику для населення (табл. 7.4) при споживанні води показав, що при застосуванні фунгіцидів класу стробілуринів, анілідів, фенілпіролів, триазолів ризик схожий з аналогічними дослідженнями виконаними при аналізі інших препаративних форм. Менш небезпечними є фунгіциди триазоли (дифеноконазол), амідні гербіциди, та аналізовані інсектициди класу авермектинів та похідних тетронової кислоти у порівнянні з піримідиновими сполуками.

Наступний етап дослідження був присвячений оцінці динаміки вмісту досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах. Математичне моделювання результатів натурних досліджень щодо вмісту залишків досліджуваних д.р. у рослинах та плодах дозволило визначити показники стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах (T_{50}). За дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін належать до II класу небезпечності, інші діючі речовини – IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98.

Порівняльний аналіз отриманих результатів показав, швидкість руйнації пестицидів у вегетуючих рослинах ягідних і баштанних культур співпадає в більшості випадків з даними літератури (табл. 7.5-7.6) при їх застосуванні в умовах АПС та ОПГ. Флуксапіроксад достовірно швидше руйнується в рослинах в ґрунтово-кліматичних умовах при застосуванні препарату Серкадіс Плюс на його основі в умовах АПС.

Таблиця 7.4

Порівняльна оцінка ризику впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні води підземних джерел

Хімічний клас	Діюча речовина	Власні дослідження		Дані літератури		
		ІПНВ	Клас небезпеки	ІПНВ	Клас небезпеки	Посилання
Фунгіциди						
анілінопіримідини	ципродиніл	7/7	2/2	6	3	[300]
	валіфенал	-	-	6	3	[300]
	піриметаніл	-	-	5	3	[300]
піразолкарбоксаміди	підифлуметофен	-	-	7/9	2/1Б	[299]
	пентіопірад	-	-	5	3	[300]
	ізопіразам	-	-	6	3	[300]
стробілурини	азоксистробін	6/8	3/2	9/7/6	1Б/2/3	[300, 301]
	піраклостробін	3	4	6/3/3	3/4/4	[300, 301]
	пікоксистробін	-	-	7/6	2/3	[301]
	трифлуксистробін	-	-	3	4	[300]
триазоли	дифенокназол	8/7	2/2	12/9	1А/1Б	[300, 301]
	тебуконазол	-	-	9	1Б	[300]
	пенконазол	7	3	6	3	[300]
гідроксианіліди	фенгексамід	5	3	-	-	-
аніліди	боскалід	6	3	5	3	[300]
	беналаксил-М	8	2	7	2	[300]
	металаксил-М	8/8	2/2	-	-	-
	флуксапіроксад	6	3	4	4	[300]
фенілпіроли	флудіоксоніл	4/4	4/4	3	4	[300]

Продовження табл. 7.4

Хімічний клас	Діюча речовина	Власні дослідження		Дані літератури		
		ІПНВ	Клас небезпеки	ІПНВ	Клас небезпеки	Посилання
Гербіциди						
динітроаніліни	пендиметалін	4	4	-	-	-
фосфоногліцини	гліфосат	8	2	-	-	-
бензойна кислота	дикамба	-	-	11	1А	[301]
амід, триазолон	амікарбазон	-	-	11/11	1А/1А	[299, 301]
ацетаміди	S-метолахлор	8	2	-	-	-
сульфонілсечовини	нікосульфурон	-	-	9	1Б	[301]
сечовини	дифлуфензопір	-	-	8	2	[301]
трикетони	біциклопірон	-	-	12	1А	[299]
Інсектициди						
тетронова кислота	спіродиклофен	6	3	-	-	-
авермектини	абамектин	6/6	3/3	-	-	-
піримідинові	піметрозін	-	-	11/9	1А/1Б	[301]

Таблиця 7.5

Результати порівняння стійкості досліджуваних діючих речовин у сільськогосподарських рослинах
(АПС)

Діюча речовина	T_{50}^1	T_{50}^2	Достовірність розходжень (t)	Клас небезпечності ^{1/2}
Фунгіциди				
флудіоксоніл	6,62±0,33	7,44±1,62 ^{Ф, І}	-0,49*	III/III
ципродиніл	9,54±0,75	10,28±3,09 ^{Ф, Б}	-0,23*	III/III
фенгексамід	4,99±0,30	9,08±2,10 ^{В, Іс}	1,92*	III-IV/III
боскалід	6,83±0,18	6,42±1,34 ^{С, Ф}	0,31*	III/III
піраклостробін	10,94±0,39	7,16±1,89 ^{Н, У}	1,96*	III/III
флуksапіроксад	6,95±0,31	10,03±0,61 ^{В, Ф}	-5,04**	III/III
дифеноконазол	20,33±3,36	12,23±6,78 ^{Іс, В}	1,07*	II/III
металаксил-М	15,98±0,26	10,73±5,25 ^{Б, Г}	0,99*	II/III
хлорокис міді	7,25±0,06	17,2±0,0 ^{Ф, Н}	-17,4*	III/II
азоксистробін	13,18±2,69	8,38±2,83 ^{В, Нв}	1,23*	III/III
Гербіциди				
пендиметалін	3,40±0,05	9,93±4,28 ^{Нд, І}	-1,52*	IV/III
гліфосат	7,96±0,05	7,08±3,65 ^{Н, С}	0,24*	IV/IV
Інсектициди				
спіродиклофен	7,45±0,05	10,0±0,06 ^{А, Нд}	-33,7*	III/III
абамектин	5,19±0,21	14,9±8,72 ^{А, М}	-1,11*	III/III

Примітки: 1. «*» – розходження не достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p > 0,05$; 2. «**» - розходження достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p < 0,05$. 3. T_{50}^1 – період напівруйнації пестицидів в рослинах за результатами власних досліджень (грунтово-кліматичні умови України). 4. T_{50}^2 – період напівруйнації пестицидів в рослинах за результатами досліджень країн ЄС [135]: ^Ф – Франція, ^І – Іспанія, ^Б – Бельгія, ^В – Великобританія, ^{Іс} – Іспанія, ^С – Словаччина, ^Н – Німеччина, ^У – Угорщина, ^Г – Греція, ^{Нв} – Норвегія, ^{Нд} – Нідерланди, ^А – Австрія, ^М – Мальта.

Таблиця 7.6

Результати порівняння стійкості досліджуваних діючих речовин у сільськогосподарських рослинах (ОПГ)

Діюча речовина	T_{50}^1	T_{50}^2	Достовірність розходжень (t)	Клас небезпечності ^{1/2}
Фунгіциди				
дифеноконазол	9,87±0,15	12,23±6,78 ^{Іс, В}	-0,35*	III/III
азоксистробін	19,77±0,59	8,38±2,83 ^{В, Нв}	3,73**	II/III
пенконазол	13,23±0,46	6,53±2,70 ^{Л, П}	2,45*	III/III
Гербіциди				
S-метолахлор	<5	13,15±7,35 ^{Ф, Н}	-1,82*	IV/III
Інсектициди				
абамектин	4,57±0,08	14,9±8,72 ^{А, М}	-1,18*	III-IV/III

Примітки: Примітки: 1. «*» – розходження не достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p > 0,05$; 2. «**» - розходження достовірні за критерієм Стюдента (t) при $p < 0,05$. 3. T_{50}^1 – період напівруйнації пестицидів в рослинах за результатами власних досліджень (грунтово-кліматичні умови України). 4. T_{50}^2 – період напівруйнації пестицидів в рослинах за результатами досліджень країн ЄС [135]: ^Ф – Франція, ^В – Великобританія, ^{Іс} – Іспанія, ^Н – Німеччина, ^Г – Греція, ^{Нв} – Норвегія, ^А – Австрія, ^М – Мальта, ^Л – Латвія, ^П – Польща.

Проте, за цим критерієм в ЄС та Україні речовина належить до помірно небезпечних (III клас). При застосуванні пестицидів в ОПГ виявлено достовірно повільнішу руйнацію азоксистробіну в рослинах у порівнянні з результатами, отриманими в ЄС (Великобританія, Норвегія). За критерієм стійкості (T_{50}) у вегетуючих сільськогосподарських культурах моніторингові дослідження необхідні для контролю вмісту наступних пестицидів дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін, які належать до стійких сполук ($T_{50} > 15$ діб).

Математичне моделювання поведінки досліджуваних д.р. у вегетуючих ягідних і баштанних культурах дозволило отримати кінетичні рівняння, які дозволяють здійснювати прогноз швидкості їх руйнації. Значення коефіцієнту детермінації при моделюванні поведінки в у мовах ОПГ знаходилося в діапазоні від 0,8433 до 0,9525, в промислових умовах - діапазоні від 0,7292 до 0,9877, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

В результаті виконаних натурних спостережень обґрунтовані 20 МДР досліджуваних д.р. в ягідних та баштанних культурах, що дозволить виконувати контроль за застосуванням пестицидів та зменшити ризик для населення при споживанні даних продуктів (табл. 7.7).

В результаті проведених натурних досліджень обґрунтовані медико-санітарні нормативи (строки очікування) безпечного застосування препаратів Кітч, Тринол, Світч, Сігнум, Серкадіс Плюс, Ридоміл Голд, Стомп Аква, Герболекс, Протект, Вертімек, Юніформ, Апрон, Максим при їх застосування в АПС і препаратів Амістар Голд, Топаз, Дуал Голд, Вертімек в ОПГ на ягідних та баштанних культурах.

Оцінка потенційний ризику для здоров'я населення, з урахуванням ймовірного забруднення залишковими кількостями досліджуваних пестицидів ягідних та баштанних культур показала незначний ризик для здоров'я. Визначення інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП) культур дозволило віднести досліджувані д.р. до малонебезпечних та помірно небезпечних для людини при споживанні ягідних і баштанних культур.

Порівняльний аналіз оцінки ризику для населення при споживанні продуктів показав, що сполуки класу авермектинів, триазолів, амадів, піперединів, тіазолів належать до небезпечних сполук, оскільки оцінку ризику виконували на більш широкому спектрі харчових продуктів [302, 303].

Оцінка ймовірного комбінованого впливу сумішей пестицидів при застосування комбінованих пестицидних формуляцій, до складу яких входить декілька діючих речовин показали, сумарне добове надходження флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Кітч) з ягідними культурами до організму людини становить 11,05 % від ДДД флудіоксонілу; металаксилу-М і хлорокису міді (препарат Ридоміл Голд) з кавунами – 4,67 % від ДДД металаксилу-М, флудіоксонілу і ципродинілу (препарат Світч) з лохиною – 3,65 % від ДДД флудіоксонілу, флуксапіроксаду і дифеноконазолу (препарат Серкадіс Плюс) з кавунами – 7,67 % від ДДД дифеноконазолу, боскаліду і піраклостробіну (препарат Сігнум) з суницею – 0,80 % від ДДД піраклостробіну, азоксистробіну і металаксилу-М (препарат Юніформ) з кавунами – 0,97 % від ДДД обох діючих речовин при їх застосуванні в промисловому секторі. При застосуванні комбінованого препарату Амістар Голд в приватному секторі сумарне добове надходження дифеноконазолу і азоксистробіну з суницею до організму людини становить 28,36 % від ДДД дифеноконазолу.

Отримані результати свідчать про низький ризик виникнення гострих ефектів для споживачів сільськогосподарської продукції, вирощених при застосуванні аналізованих пестицидних формуляцій.

Аналогічні результати отримані при застосуванні інших пестицидів на основі тріадимефону, флутріафолу, міклобутанілу, квіноксифену, тіаметоксаму [263].

Таблиця 7.7

Обґрунтовані медико-санітарні нормативи досліджуваних пестицидів, при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах

Препарат	Діюча речовина	Культура	МДР, мг/кг (плоди/сік)	Строки виходу для ручних/механізованих робіт, діб	Строки очікування, діб	Затверджено
АПС						
Кітч	флудіоксоніл	лохина	0,1**	7/3	14	№55, 02.02.2016 (зміна №961, 18.05.2021)
	ципродиніл		0,2**			
	флудіоксоніл	суниця	0,08**/0,01*	7/3	14	
	ципродиніл		0,05**/0,05**			
	флудіоксоніл	малина	0,1*/0,01*	7/3	14	
	ципродиніл		0,1*/0,01*			
	флудіоксоніл	ожина	0,1*/0,01*	7/3	14	
	ципродиніл		0,1*/0,01*			
Тринол	фенгексамід	суниця	0,1**/0,1**	7/3	10	№55, 02.02.2016 (зміна №961, 18.05.2021)
Світч	ципродиніл	лохина	0,2**	7/3	30	№55, 02.02.2016 (зміна №240, 13.02.2018)
	флудіоксоніл		0,1**			
Сігнум	боскалід	суниця	0,05**/0,05**	7/3	15	№55, 02.02.2016 (зміна №240, 13.02.2018)
	піраклостробін		0,05**/0,05**			
Серкадіс Плюс	дифенокназол	кавун	0,2*	7/3	20	№55, 02.02.2016 (зміна №1413, 19.06.2019)
	флуksaпiроксад		0,1*			

Продовження табл. 7.7

Препарат	Діюча речовина	Культура	МДР, мг/кг (плоди/сік)	Строки виходу для ручних/механізованих робіт, діб	Строки очікування, діб	Затверджено
Ридоміл Голд	металаксил-М	кавун	0,05**	7/3	30	Наказ №55, 02.02.2016 (змiна № 543, 29.03. 2022)
	хлорокис міді		5,0**			
Стомп Аква	пендиметалін	суниця	0,05*/нп*	7/3	35	Наказ №55, 02.02.2016 (змiна №1413, 19.06.2019)
Герболекс	гліфосат	кавун	0,3**	7/3	нп	№55, 02.02.2016
Протект	спіродиклофен	суниця	0,02**/0,02**	7/3	40	№55, 02.02.2016 (змiна №1276, 28.05.2020)
Вертімек	абамектин	суниця	0,02**/нп	7/3	14	№55, 02.02.2016
Юніформ	азоксистробін	кавун	0,2*	7/3	30	№55, 02.02.2016 (змiна №240, 13.02.2018)
	металаксил-М	кавун	0,2*			
Апрон	металаксил-М	кавун	0,2*	нп/нп	нп	№55, 02.02.2016
Максим	флудіоксоніл	кавун	0,2**	нп/нп	нп	№55, 02.02.2016
ОПГ						
Амістар Голд	дифеноконазол	суниця	0,2*/0,01*	7/3	30	№55, 02.02.2016 (змiна №1276, 28.05.2020)
	азоксистробін	суниця	0,1*/0,01*			
Дуал Голд	S-метолахлор	кавун	нд	нп/нп	нп	№55, 02.02.2016
Вертімек	абамектин	суниця	0,02**/нп	7/3	14	№55, 02.02.2016

Примітки: 1. «*» - нові величини МДР; 2. «**» МДР пестицидів, обґрунтовані раніше – підтверджено можливість їх використання для контролю за застосуванням досліджуваних пестицидів; 3. нп – не потребує

Виконані дослідження дозволили обрати критерії (табл. 7.8), які слід враховувати при вирішенні питання необхідності проведення моніторингу залишків пестицидів на постреєстраційному етапі. Щодо вибору критеріїв оцінки небезпечності аналізованих пестицидів, нами були використані рекомендації викладені в [136, 175, 208, 304, 305, 306, 307].

При оцінці ризику і обґрунтуванні медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів на ягідних і баштанних культурах, використано наступні напрямки оцінки небезпеки:

1. Токсикологічна небезпека пестицидів.
2. Ризик впливу пестицидів на працівників, як професійної шкідливості.
3. Ризик впливу залишкових кількостей пестицидів на населення при споживанні харчових продуктів.

4. Ризик впливу залишкових кількостей пестицидів на населення при споживанні питної води.

Узагальнена схема ризик-орієнтованого підходу до регламентації пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур наведена на рис. 7.7.

При вирішенні питання необхідності проведення моніторингу пестицидів у воді, ґрунті, повітрі, сільськогосподарській сировині ягідних та баштанних культур, вирощених в ґрунтово-кліматичних умовах України, запропоновано оцінювати кожний окремий показник в балах (табл. 7.8) після, чого сумують параметри токсикологічної небезпеки і професійної небезпеки або / водної небезпеки / небезпеки забруднення ґрунту / харчової небезпеки.

Після додавання всіх балів окремо визначають необхідність проведення моніторингу для кожного середовища (повітря, вода, ґрунт, сільськогосподарська сировина):

- повітря, сільськогосподарська сировина: при загальній сумі 6-8 балів – проведення моніторингу не обов’язкове; 10-14 бали – моніторинг проводити бажано; 15-19 балів – моніторинг проводити обов’язково; 20-22 – використання пестициду необхідно заборонити;

Таблиця 7.8

Критерії відбору для проведення гігієнічного моніторингу пестицидів,
дозволених до застосування на ягідних та баштанних культурах

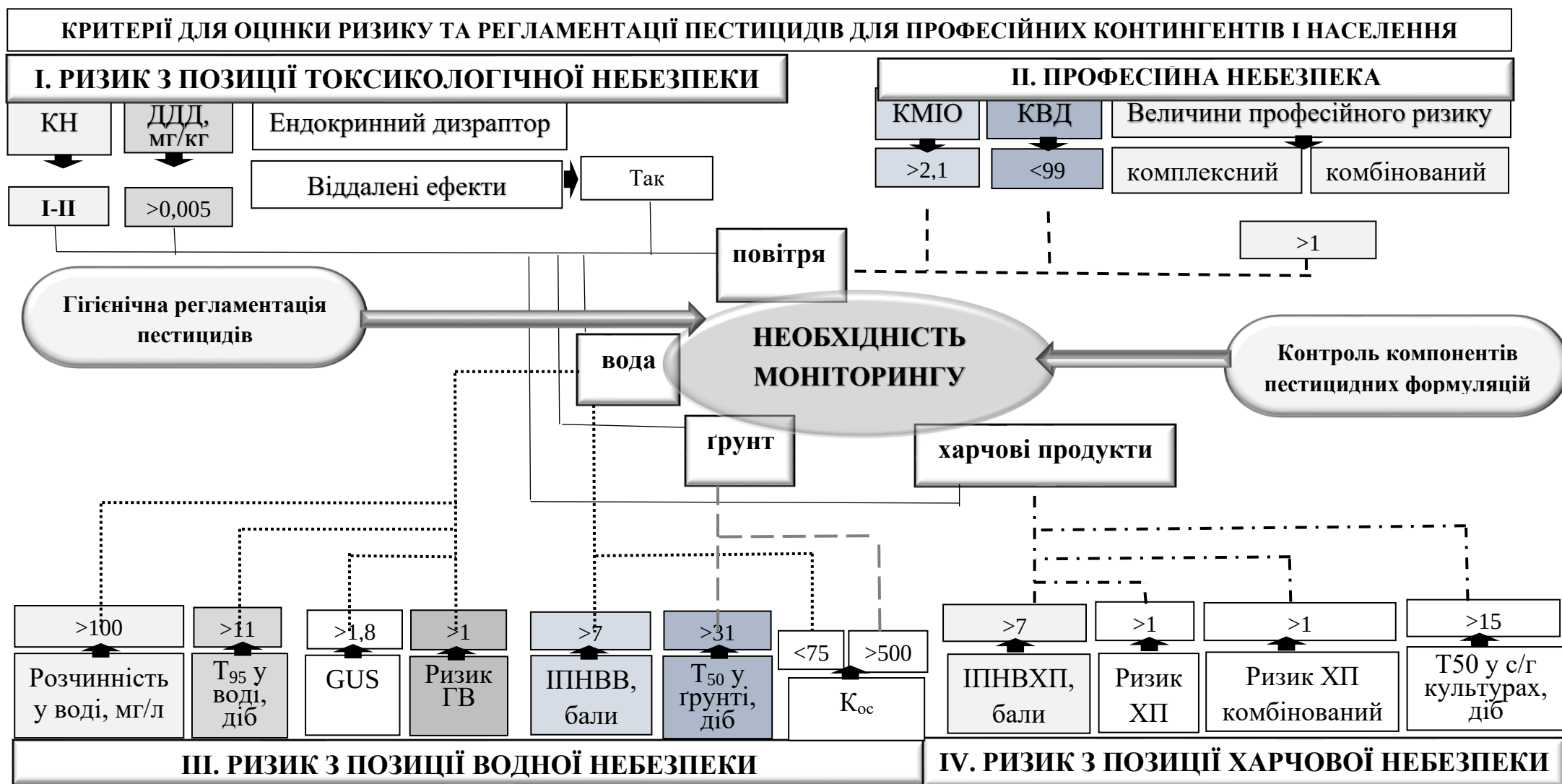
Критерій	Оцінка в балах, залежно від значення показника			
	1	2	3	4
Токсикологічна небезпека				
Допустима добова доза (ДДД), мг/кг	>0,02	0,0051–0,02	0,0021–0,005	≤0,002
Клас небезпечності згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98	4	3	2	1
Ендокринний дизраптор	НВ	СЕ	ВЕ	НВЕ
Професійна небезпечність (повітря)				
КМІО	<0,5	0,5-2,0	2,1-10	>10
КВД _{інг}	>100	50-99	1-49	<1
Професійний ризик	≤1	>1	_*	_*
Водна небезпека				
Розчинність у воді (Sw), мг/л	<1	1-100	100-10000	>10000
Період напівруйнування (τ ₅₀) у воді, діб	<5	5-10	11-30	>30
GUS	0	0-1,8	1,8-2,8	>2,8
Ризик для населення при споживанні ґрунтових вод (ГВ)	≤1	>1	_*	_*
Інтегральний показник небезпечності при потраплянні у воду (ПНВВ), бали	≤4	5-6	7-8	≥9
К _{ос}	>4000	500-4000	15-499	<15
Небезпека забруднення ґрунту				
Період напівруйнування (τ ₅₀) в ґрунті, доба	<11	11-30	31-120	>120
К _{ос}	<15	15-499	500-4000	>4000
Харчова небезпека				
Період напівруйнування (τ ₅₀) в рослинах, доба	<5	5-14	15-30	>30
Ризик для населення при харчових продуктів (ХП)	≤1	>1	_*	_*
Інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ПНВХП), бали	≤4	5-6	7-8	≥9
Необхідність моніторингу в:	не обов'язково	бажано	обов'язково	заборона використання
- повітрі	6-9	10-14	15-19	20-22
- воді	9-12	13-20	21-28	29-34
- ґрунті	5-7	8-12	13-17	18-20
- сільськогосподарській сировині	6-9	10-14	15-19	20-22

- **вода:** при загальній сумі 9-11 балів – проведення моніторингу не обов’язкове; 13-20 балів – моніторинг проводити бажано; 21-28 балів – моніторинг проводити обов’язково; 29-34 – використання пестициду необхідно заборонити;

- **грунт:** при загальній сумі 5-7 балів – проведення моніторингу не обов’язкове; 8-12 балів – моніторинг проводити бажано; 13-17 балів – моніторинг проводити обов’язково; 18-20 – використання пестициду необхідно заборонити.

Отримані результати показали, що обов’язковому моніторингу підлягають наступні речовини: у воді фунгіциди дифеноконазол, азоксистробін, пенконазол, металаксил-М, гербіциди S-метолахлор, гліфосат, інсектицид абамектин; у ґрунті: фунгіциди дифеноконазол, пенконазол, гербіциди S-метолахлор, пендиметалін, інсектицид абамектин; у сільськогосподарській сировині: фунгіцид дифеноконазол, гербіцид пендиметалін, інсектицид абамектин (табл. 7.9-7.10).

Розроблені рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур дозволять попередити небезпечний вплив пестицидів на професійні і непрофесійні контингенти [308].



Примітки: КН – клас небезпечності, ДДД – допустима добова доза; ГВ – ґрунтові води; КМІО – коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння; КВД – коефіцієнт вибіркової дії; T₉₅ – період руйнації пестициду на 95%, діб; ПНВВ - інтегральний показник небезпечності при вживанні води; GUS - ; K_{oc} – коефіцієнт сорбції органічним вуглецем; ПНВХП - інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів; ХП – харчові продукти; T₅₀ – період руйнації пестициду на 50%, діб.

Рис. 7.7 Алгоритм оцінки ризику для працюючих і населення при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур

Таблиця 7.9

Критерії моніторингу досліджуваних фунгіцидів

Препарат	Діюча речовина	Токсикологічна небезпечність			Професійна небезпечність			Водна безпека				
		ДДД, мг/кг	Клас небез- печ- ності	Вплив на ЩЗ	КМЮ	КВД _{інг.}	Р	Sw, мг/л	T ₅₀ ^{*/**} , діб	GUS	Ризик ГВ	ІПНВВ ^{*/**} , бали
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кітч	флудіоксоніл	0,015	II	НВ	1,52×10 ⁻⁰⁸	102,72	<1	1,8	2,0/575	-1,45±0,01	<1	4/7
	бали	2	3	1	1	1	1	2	4	2	1	3
	ципродиніл	0,03	II	НВ	3,92×10 ⁻⁰⁵	31,60	<1	13	12,5/142	0,94±0,02	<1	7/8
	бали	1	3	1	1	2	1	2	4	2	1	3
Тринол	фенгексамід	0,18	II	НВ	9,78×10 ⁻⁰⁹	66,63	<1	24	4,92/10,9	1,17±0,02	<1	5/7
	бали	1	3	1	1	2	1	2	2	2	1	3
Амістар Голд	дифеноконазол	0,002	II	НВ	1,66×10 ⁻⁰⁹	217,28	<1	15	3,0/1053	0,59±0,01	<1	7/10
	бали	4	3	1	1	1	1	2	4	2	1	4
	азоксистробін	0,03	II	НВ	2,63×10 ⁻¹¹	45,43	<1	6,7	6,1/205	1,86±0,03	<1	8/10
	бали	1	3	1	1	3	1	2	4	3	1	4
Світч	ципродиніл	0,03	II	НВ	3,92×10 ⁻⁰⁵	31,60	<1	13	12,5/142	0,85±0,01	<1	7/8
	бали	1	3	1	1	3	1	2	4	2	1	3
	флудіоксоніл	0,015	II	НВ	1,52×10 ⁻⁰⁸	102,72	<1	1,8	2,0/575	-1,20±0,01	<1	4/7
	бали	2	3	1	1	1	1	2	4	2	1	3
Сігнум	боскалід	0,04	III	НВ	1,51×10 ⁻⁰⁸	198,72	<1	4,6	5,0/545	1,76±0,01	<1	6/8
	бали	1	2	1	1	1	1	2	4	2	1	3
	піраклостробін	0,03	II	НВ	7,12×10 ⁻⁰⁹	68,32	<1	1,9	2,0/28	0,05±0,01	<1	3/5
	бали	1	3	1	1	2	1	2	3	2	1	2
Топаз	пенконазол	0,007	II	ВВ	1,05×10 ⁻⁰⁵	1000,0	<1	73	2,0/853	0,96±0,02	<1	7/10
	бали	2	3	3	1	1	1	2	4	2	1	4

Продовження табл. 7.9

Препарат	Діюча речовина	Токсикологічна небезпечність			Професійна небезпечність			Водна безпека				
		ДДД, мг/кг	Клас небез- печ- ності	Вплив на ЦЗ	КМЮ	КВД _{інг.}	P	Sw, мг/л	T ₅₀ */**, діб	GUS	Ризик ГВ	ІПНВВ*/**, бали
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Апрон	металаксил-М	0,03	II	НВ	1,65×10 ⁻⁰⁴	121,60	<1	26000	24,8/32,1	2,19	<1	8/9
	бали	1	3	1	1	1	1	4	4	3	1	4
Максим	флудіоксоніл	0,015	II	НВ	1,52×10 ⁻⁰⁸	102,72	<1	1,8	2,0/575	-1,21	<1	4/7
	бали	2	3	1	1	1	1	2	4	1	1	3
Юніформ	азоксистробін	0,03	II	НВ	2,63×10 ⁻¹¹	14,11	<1	6,7	6,1/205	1,93±0,01	<1	8/9
	бали	1	3	1	1	3	1	2	4	3	1	4
	металаксил-М	0,03	II	НВ	1,65×10 ⁻⁰⁴	121,60	<1	26000	24,8/32,1	3,09±0,02	<1	8/9
	бали	1	3	1	1	1	1	4	4	4	1	4
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	0,002	II	НВ	1,66×10 ⁻⁰⁹	651,85	<1	15	3,0/1053	0,62±0,03	<1	8/11
	бали	4	3	1	1	1	1	2	4	1	1	4
	флуксапіроксад	0,02	III	НВ	7,94×10 ⁻¹¹	699,26	<1	3,44	4,4/847	1,97±0,01	<1	6/9
	бали	2	2	1	1	1	1	2	4	3	1	4
Ридоміл Голд	металаксил-М	0,03	II	НВ	1,65×10 ⁻⁰⁴	226,17	<1	26000	24,8/32,1	3,25±0,01	<1	8/9
	бали	1	3	1	1	1	1	4	4	4	1	4
	хлорокис міді	0,05	II	СЕ	1,84×10 ⁻¹⁵	42,03	<1	1,19	стаб.	1,02±0,01	<1	-
	бали	1	3	2	1	3	1	2	4	2	1	1

Примітки: 1. T₅₀*/**, діб – період напівруйнації у водній фазі/в системі вода-осад; Sw – розчинність у воді при 20 °C (мг л⁻¹);
 2. ІПНВ ** – сума балів ІПНВ (враховуючи вода-осад DT₅₀ (днів); $\sum$ ІПНВ* – сума балів ІПНВ(враховуючи лише водну фазу DT₅₀ (дні);

Продовження табл. 7.9

Препарат	Діюча речовина	грунт		Харчова небезпека				Σ токсико-логічна небезпечність	Σ професійна небезпечність	Σ водна небезпека	Σ грунт	Σ харчова небезпека	Висновок
		T_{50} у ґрунті, діб	K_{oc} (вода/грунт)	ІПНВ ХП, бали	Ризик ХП	Ризик ХП _{комб.}	T_{50} у рослинах, діб						
1	2	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Кітч	флудіоксоніл	17,74±0,39	145600	6	<1	<1	6,77±0,40	6	6+3	6+13	6+6	6+9	§бажано
	бали	2	1/4	2	1	1	2		9	19§	12§	12§	
	ципродиніл	29,40±1,77	2277	5	<1	<1	10,08±0,87	5	5+4	5+14	5+5	5+6	§бажано
	бали	2	2/3	2	1	1	2		9	19§	10§	11§	
Тринол	фенгексамід	7,62±0,26	475	5	<1	<1	5,00±0,30	5	5+4	5+12	5+4	5+6	§бажано
	бали	1	2/3	2	1	1	2		9	17§	9§	11§	
Амістар Голд	дифеноконазол	24,77±1,65	3760	8	<1	<1	9,87±0,16	8	8+3	8+15	8+5	8+7	§бажано
	бали	2	2/3	3	1	1	2		11§	23§§	13§§	15§§	
	азоксистробін	32,85±1,75	589	5	<1	<1	7,18±0,11	5	5+5	5+16	5+6	5+6	§бажано
	бали	3	2/3	2	1	1	2		10§	21§§	11§	11§	
Світч	ципродиніл	21,19±0,63	2277	5	<1	<1	7,37±0,23	5	5+5	5+14	5+5	5+6	§бажано
	бали	2	2/3	2	1	1	2		10§	19§	10§	11§	
	флудіоксоніл	10,80±0,11	145600	6	<1	<1	6,03±0,12	6	6+3	6+13	6+6	6+6	§бажано
	бали	2	1/4	2	1	1	2		9	19§	12§	11§	
Сігнум	боскалід	38,10±0,32	772	5	<1	<1	6,83±0,18	4	4+3	4+14	4+6	4+6	§бажано
	бали	3	2/3	2	1	1	2		7	18§	10§	10§	
	піраклостробін	33,26±0,99	9304	5	<1	<1	10,94±0,39	5	5+4	5+11	5+7	5+6	§бажано
	бали	3	1/4	2	1	1	2		9	16§	12§	11§	
Топаз	пенконазол	30,94±2,58	2205	6	<1	<1	13,23±0,46	8	8+3	8+15	8+6	8+6	§бажано
	бали	3	2/3	2	1	1	2		11§	23§§	14§§	14§	

Продовження табл. 7.9

Препарат	Діюча речовина	грунт		Харчова небезпека				Σ токсико-логічна небезпечність	Σ професійна небезпечність	Σ водна небезпека	Σ грунт	Σ харчова небезпека	Висновок: необхідність моніторингу
		T_{50} у ґрунті, діб	K_{oc} (вода/грунт)	ІПНВ ХП, бали	Ризик ХП	Ризик ХП _{комб.}	T_{50} у рослинах, діб						
1	2	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Апрон	металаксил-М	<11	78,9	3	<1	<1	<5	5	5+3	5+19	5+3	5+4	§бажано §§обов'язково
	бали	1	3/2	1	1	1	1		8	24§§	8§	9	
Максим	флудіоксоніл	<11	145600	4	<1	<1	<5	6	6+3	6+12	6+5	6+4	§бажано
	бали	1	1/4	1	1	1	1		9	18§	11§	10§	
Юніформ	азоксистробін	37,17±1,29	589	5	<1	<1	19,18±0,59	5	5+5	5+16	5+6	5+7	§бажано §§обов'язково
	бали	3	2/3	2	1	1	3		10§	21§§	11§	12§	
	металаксил-М	29,48±0,87	78,9	5	<1	<1	15,72±0,50	5	5+3	5+20	5+4	5+7	§бажано §§обов'язково
	бали	2	3/2	2	1	1	3		8	25§§	9§	12§	
Серкадіс Плюс	дифеноконазол	30,08±5,32	3760	8	<1	<1	20,34±3,36	8	8+3	8+14	8+6	8+8	§бажано §§обов'язково
	бали	3	2/3	3	1	1	3		11§	22§§	14§§	16§§	
	флуксапіроксад	53,92±0,63	728	5	<1	<1	6,60±0,31	5	5+3	5+16	5+6	5+6	§бажано §§обов'язково
	бали	3	2/3	2	1	1	2		8	21§§	11§	11§	
Ридоміл Голд	металаксил-М	35,18±0,53	78,9	5	<1	<1	16,23±0,15	5	5+3	5+20	5+5	5+7	§бажано §§обов'язково
	бали	3	3/2	2	1	1	3		8	25§§	10§	12§	
	хлорокис міді	10,64±0,05	1000	4	<1	<1	7,25±0,06	6	6+5	6+12	6+5	6+5	§бажано
	бали	2	2/3	1	1	1	2		11§	18§	11§	11§	

Таблиця 7.10

Критерії моніторингу досліджуваних гербіцидів та інсектицидів

Препарат	Діюча речовина	Токсикологічна небезпечність			Професійна небезпечність			Водна безпека				
		ДДД, мг/кг	Клас небезпечності	Вплив на ЦЗ	КМЮ	КВД _{інг.}	Р	Sw, мг/л	T ₅₀ */**, діб	GUS	Ризик ГВ	ПНВВ, бали
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гербіциди												
Стомп Аква	пендиметалін	0,008	II	BE	$6,04 \times 10^{-05}$	39,57	<1	0,33	4,0/16,0	-0,38±0,01	<1	4/6
	бали	2	3	3	1	3	1	1	3	2	1	2
Дуал Голд	S-метолахлор	0,01	II	CE	$1,48 \times 10^{-04}$	7,41	<1	480	9,0/43,3	1,87±0,01	<1	8/10
	бали	2	3	2	1	3	1	3	4	3	1	4
Герболекс	гліфосат	0,01	II	CE	$1,81 \times 10^{-07}$	12,73	<1	100000	9,9/20,8	0,76±0,01	<1	8/9
	бали	2	3	2	1	3	1	4	3	2	1	4
Інсектициди												
Протект	спіродиклофен	0,001	III	HB	$1,00 \times 10^{-08}$	344,99	<1	0,05	0,7/3,2	-0,44±0,02	<1	6/6
	бали	4	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Вертімек	абамектин	0,0002	I	HB	$2,57 \times 10^{-05}$	27,98	<1	0,02	2,4/89	0,18±0,00	<1	6/9
	бали	4	4	1	1	3	1	1	4	2	1	4

Продовження табл. 7.10

Препарат	Діюча речовина	ґрунт		Харчова небезпека				Σ _{токсико-логічна небезпечність}	Σ _{професійна небезпечність}	Σ _{водна небезпека}	Σ _{ґрунт}	Σ _{харчова небезпека}	Висновок
		T ₅₀ у ґрунті, діб	K _{oc} (вода/ґрунт)	ІПНВ ХП, бали	Ризик ХП	Ризик ХП _{комб.}	T ₅₀ у рослинах, діб						
1	2	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Гербіциди													
Стомп Аква	пендиметалін	37,12±1,62	17491	6	<1	<1	14,85±0,19	8	8+5	8+10	8+7	8+7	§бажано
	бали	3	1/4	2	1	1	3		13 [§]	18 [§]	15 ^{§§}	15 ^{§§}	§§обов'язково
Дуал Голд	S-метолахлор	55,21±0,85	200,2	4	<1	<1	<5,00	7	7+5	7+17	7+6	7+4	§бажано
	бали	3	2/3	1	1	1	1		12 [§]	24 ^{§§}	13 ^{§§}	11 [§]	§§обов'язково
Герболекс	гліфосат	7,96±0,05	1424	6	<1	<1	3,40±0,05	7	7+5	7+16	7+4	7+5	§бажано
	бали	1	2/3	2	1	1	1		12 [§]	23 ^{§§}	11 [§]	12 [§]	§§обов'язково
Інсектициди													
Протект	спіродиклофен	7,87±0,69	31037	8	<1	<1	7,45±0,05	7	7+3	7+8	7+5	7+7	§бажано
	бали	1	1/4	3	1	1	2		10 [§]	15 [§]	12 [§]	14 [§]	§бажано
Вертімек	абамектин	9,59±0,00	6631	8	<1	<1	5,20±0,21	9	9+5	9+13	9+5	9+7	§бажано
	бали	1	1/4	3	1	1	2		14 [§]	22 ^{§§}	14 ^{§§}	16 ^{§§}	§§обов'язково

ВИСНОВКИ

На підставі узагальнення результатів оцінки токсикологічної, професійної, харчової, водної небезпеки пестицидів, отриманих в ході аналітичних і експериментальних досліджень, вирішено актуальну наукову задачу профілактичної медицини – запропоновано рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур, а також виділено критерії необхідності проведення моніторингу пестицидів у воді, ґрунті, повітрі, сільськогосподарській сировині, вирощених при застосуванні пестицидів Кітч, ВГ, Трінол, ВГ, Амістар Голд 250 SC, КС, Світч 62,5 WG, ВГ, Сігнум, ВГ, Топаз, КЕ, Апрон XL 350 ES, ТН, Максим 480 FS, ТН, Юніформ 446 SE, СЕ, Серкадіс Плюс, КС, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ, Стомп Аква, СК, Дуал Голд 960 ЕС, КЕ, Герболекс в.р., Протект SC, КС, Вертімек 018 ЕС, КЕ в агропромисловому секторі та особистих приватних господарствах, що дозволить попередити шкідливий вплив пестицидів на професійні і непрофесійні контингенти.

1. Проаналізовано асортимент дозволених до використання в Україні пестицидів та встановлено, що за останні 11 років їх кількість збільшилась на 75,6 %, з темпом приросту $21,0 \pm 6,4$ % кожні 3-4 роки. На ягідних культурах в агропромисловому комплексі дозволено до використання 1,8-2,2%, приватних господарствах – 3,7-4,2 %, на баштанних культурах в промислових умовах – 2,5-3,6 %, приватних господарствах – 10,2-20,2 % від загальної кількості пестицидів із тенденцією до зростання в середньому на ягідних культурах 17,3-34,5 %, баштанних – 15,8-16,4 %, що вказує на необхідність проведення оцінки ризику для працівників і населення та обґрунтування необхідності контролю пестицидів в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині.

2. Проведено токсикологічну оцінку пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур і встановлено, що більшість пестицидних

формуляцій та їх діючих речовин належать до II класу небезпечності, крім препаратів Кітч, Тринол, Сігнум, Стомп Аква, д.р. боскалід, які віднесено до III класу небезпечності, д.р. абамектин – I класу небезпечності (лімітуючий критерій – гостра інгаляційна токсичність) відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98.

3. Показано, що виробничі умови при застосуванні пестицидів в агропромисловому комплексі і приватних господарствах є безпечними при дотриманні медико-санітарних нормативів їх безпечного застосування, професійних ризик при комплексному і комбінованому їх впливі є допустимим та не перевищує 1, що повинно бути враховано при вирішенні питання проведення моніторингових досліджень у виробничому середовищі.

4. Проведено математичне моделювання поведінки досліджуваних пестицидів у ґрунті та доведено, що процеси їх руйнації підкоряються експоненційній залежності і за стійкістю у ґрунті більшість сполук належать до помірно небезпечних (III клас), крім флудіоксонілу, піраклостробіну, пендиметаліну, які є малонебезпечними (IV клас), а ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, азоксистробін – II клас (небезпечні) відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98. Доведена необхідність врахування даного критерію для вирішення питання моніторингових досліджень в ґрунті.

5. Встановлено, що ризик негативного впливу пестицидів на здоров'я людей при споживанні води є допустимим. За інтегральним показником небезпечності при вживанні води (ІПНВ) більшість діючих речовин належать до III класу небезпечності (помірно небезпечні), флудіоксоніл, піраклостробін, пендиметалін є малонебезпечними (IV клас), ципродиніл, дифеноконазол, металаксил-М, гліфосат, азоксистробін – II клас (небезпечні).

6. Встановлено, що процеси руйнації досліджуваних пестицидів у вегетуючих сільськогосподарських культурах підкоряються експоненційній моделі і за показником T_{50} дифеноконазол, металаксил-М, азоксистробін, пендиметалін належать до II класу небезпечності, інші д.р. – IV класу небезпечності відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98. Потенційний ризик для здоров'я населення при споживанні продукції, вирощеної при застосуванні

пестицидів, в тому числі комбінованих, є допустимим. За інтегральним показником небезпечності при вживанні харчових продуктів (ІПНВП) досліджувані д.р. є малонебезпечними та помірно небезпечними для людини при споживанні ягідних та баштанних культур.

7. Науково обґрунтуванні медико-санітарні нормативи безпечного застосування фунгіцидів Кітч, ВГ, Тринол, ВГ, Амістар Голд 250 SC, КС, Світч 62,5 WG, ВГ, Сігнум, ВГ, Топаз, КЕ, Апрон XL 350 ES, ТН, Максим 480 FS, ТН, Юніформ 446 SE, СЕ, Серкадіс Плюс, КС, Ридоміл Голд R 161 WG, ВГ, гербіцидів Стомп Аква, СК, Дуал Голд 960 ЕС, КЕ, Герболекс в.р., інсектицидів Протект SC, КС, Вертімек 018 ЕС, КЕ: 20 МДР в сільськогосподарській продукції (ягодах, соках, кавунах); 38 строків виходу на оброблені території і 19 строків очікування до збирання врожаю, при їх застосуванні умовах агропромислового сектору та особистих підсобних господарствах, для контролю пестицидів розроблено 12 методичних вказівок.

8. Розроблено алгоритм оцінки ризику для працюючих і населення при застосуванні пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур, обґрунтовані критерії моніторингу пестицидів, дозволених до використання на досліджуваних культурах і обрані пестициди, які обов'язково потребують проведення моніторингових досліджень на постреєстраційному етапі: у воді фунгіциди дифеноконазол, азоксистробін, пенконазол, металаксил-М, гербіциди S-метолахлор, гліфосат, інсектицид абамектин; у ґрунті: фунгіциди дифеноконазол, пенконазол, гербіциди S-метолахлор, пендиметалін, інсектицид абамектин; у сільськогосподарській сировині: фунгіцид дифеноконазол, гербіцид пендиметалін, інсектицид абамектин, що дозволило знизити негативний вплив пестицидів на здоров'я працюючих і населення в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наказ Міністерства аграрної політики України від 21.07.2008 № 444/74 «Про затвердження галузевої Програми розвитку садівництва України на період до 2025 року і галузевої Програми розвитку виноградарства та виноробства України на період до 2025 року» (2008)
https://zakononline.com.ua/documents/show/55154_55154
2. Бардов В.Г., Омельчук С.Т., Мережкіна Н.В., Алексійчук В.Д., Анісімов Є.М., Антонененко А.М. & Шевченко О.А. (2020). *Гігієна та екологія*. Підручник. Вінниця: Нова Книга.
3. Дуденко Н. В. (2022). *Нутриціологія*. Підручник. Харків: Світ книг.
4. Хоменко І.М., Івахно О.П., Козярін І.П., Лоза Л.В., Півень Н.В. (2018). *Організація харчування дітей різного віку у освітніх та оздоровчих закладах*. Навчально-методичний посібник. Київ: Нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П.Л.Шупика.
5. Яновський, Ю. П. (2009). *Ягідництво: Навчальний посібник*. Ю.П. Яновського. 216.
6. Каричковський В. (2015). Теоретичні засади розвитку ягідництва в Україні. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 6(226), 110-117.
7. Кернасюк Є.В. Економічні перспективи вирощування ягід (2015)
<http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7901-ekonomichni-perspektyvy-vyroshchuvannia-iahid.html>.
8. Лимар А.О. (2007). *Баштанництво України: монографія*. Миколаїв : Миколаївський державний аграрний університет.
9. Шабля О.С., Холодняк О.Г. (2021). Маркетингові засади просування сортів баштаних культур вітчизняної селекції в Україні. *Овочівництво і баштанництво*. 70. 125-135.
10. Яновський, Ю. П. (2015). *Інтегрований захист плодових культур: Навчальний посібник*. Київ: Фенікс.

11. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. (2008). <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0444555-08#Text>

12. Пестициди. Безпечне застосування у фермерській практиці. Збірник: вимоги та настанови. Проект USAID «Підтримка аграрного і сільського розвитку» https://agro.dn.gov.ua/wp-content/uploads/2019/04/usaidd_pestytsydy-pamiatka_a5_final.pdf

13. Antonio F. Hernández, M. Amparo Gómez, Vidal Pérez, Jose V. García-Lario, Gloria Pena, Fernando Gil, Olga López, Lourdes Rodrigo, Guadalupe Pino, Antonio Pla (2006). Influence of exposure to pesticides on serum components and enzyme activities of cytotoxicity among intensive agriculture farmers *Environmental Research*, 102 (1), 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2006.03.002>

14. El-Wakeil, N., Shalaby, S., Abdou, G., & Sallam, A. (2013). Pesticide-Residue Relationship and Its Adverse Effects on Occupational Workers. InTech. doi: 10.5772/54338.

15. The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food Policy Department for External Relations Directorate General for External Policies of the Union PE 653.622 (2021). <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/219887/Pesticides%20health%20and%20food.pdf>

16. Reda Abou-shanab, Osama Mohamed Awad, El-Fiki, Abd El Rahman (2003). Influence of exposure to pesticides on liver enzymes and cholinesterase levels in male agriculture workers. *Conference: 13th International Conference on Environmental Science and Technology - CEST 2013*At: Athens, Greece.

17. Hamedi, N. (2022). Side Effects of Pesticides on Population Growth Parameters, Life Table Parameters, and Predation of the Subsequent Generation of Phytoseiid Mites. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.104229

18. John D. Stark, John E. Banks (2003). POPULATION-LEVEL EFFECTS OF PESTICIDES AND OTHER TOXICANTS ON ARTHROPODS. *Annual Review of Entomology*, 48:505-519. First published online as a Review in Advance on September 3, 2002 <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112621>

19. Antonio Finizio, Sara Villa (2002). Environmental risk assessment for pesticides: A tool for decision making. *Environmental Impact Assessment Review*. 22 (3), 235-248. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(02\)00002-1](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(02)00002-1).

20. Topping, C. J., Aldrich, A., & Berny, P. (2020). Overhaul environmental risk assessment for pesticides. *Science (New York, N.Y.)*, 367(6476), 360–363. <https://doi.org/10.1126/science.aay1144>

21. European Food Safety Authority (EFSA), Anagnostopoulos, C., Anastassiadou, M., Castoldi, A. F., Cavelier, A., Coja, T., Crivellente, F., Dujardin, B., Hart, A., Hooghe, W., Jarrah, S., Machera, K., Menegola, E., Metruccio, F., Sieke, C., & Mohimont, L. (2022). Retrospective cumulative dietary risk assessment of craniofacial alterations by residues of pesticides. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20(10):7550. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7550>

22. Francisco Sánchez-Bayo, Sundaram Baskaran, Ivan Robert Kennedy. (2002). Ecological relative risk (EcoRR): another approach for risk assessment of pesticides in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 91, (1–3)37-57, [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00258-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00258-4).

23. European Food Safety Authority (EFSA) (2019). The 2017 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17(6), e05743. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5743>

24. Kruć-Fijałkowska, R., Dragon, K., Drożdżyński, D., & Górski, J. (2022). Seasonal variation of pesticides in surface water and drinking water wells in the annual cycle in western Poland, and potential health risk assessment. *Scientific reports*, 12(1), 3317. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07385-z>

25. Галат Л.М. (2021). Світовий ринок ягід: сучасні тенденції та перспективи для України. «Ефективна економіка». DOI: 10.32702/2307-2105-2021.2.76

26. Галат Л.М. (2021). Експортний потенціал та проблеми розвитку галузі ягідництва України. *Агросвіт*. 1-2. 46-55. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.1-2.46

-
27. Топ-5 ягідних культур за площами насаджень в Україні <https://superagronom.com/news/6527-top-5-yagidnih-kultura-za-ploschami-nasadjen-v-ukrayini>
28. Станкевич С. В., Жукова Л. В., Горяїнова В. В., Батова О. М. (2023) *Термінологічний словник-довідник з фітопатології: навч. посібник*. Житомир: Рута. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/30547>
29. Галат Л.М. (2021). Світовий ринок ягід: сучасні тенденції та перспективи для України. *Ефективна економіка*, 2. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.2.76
30. Каричковський В. Д. (2015). Теоретичні засади розвитку ягідництва в Україні. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 6, 110-118.
31. Зінченко Т.І.,Пельо І.М.,Сирота А.І. (2018). Еколого-гігієнічні проблеми хімічного захисту ягідних насаджень у сільському господарстві України (огляд літератури). *Гігієна населених місць*, 68, 108-115. <https://doi.org/10.32402/hygiene2018.68.108>
32. Шабля О.С., Холодняк О.Г. (2021). Маркетингові засади просування сортів баштанних культур вітчизняної селекції в Україні. *Овочівництво і баштанництво*, 70, 125-135.
33. Лимар В.А., Шашкова Н.І., Шабля О.С., Холодняк О.Г. (2020). Шляхи інноваційного розвитку галузі баштанництва на півдні України. *Науковий вісник Херсонського державного університету*, 38, 18-24.
34. Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
35. Сільське господарство України. 2020. Статистичний збірник. Київ. 2021. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/09/zb_sg_20.pdf

36. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>

37. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання) (2012). Київ: «Юнівест маркетинг».

38. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання) (2016). Київ: ТОВ «Юнівест медіа».

39. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання) (2020). Київ: ТОВ «Юнівест медіа».

40. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання) (2023). Київ: ТОВ «Юнівест медіа».

41. Rösli, M., Fuhrmann, S., Atuhaire, A., Rother, H. A., Dabrowski, J., Eskenazi, B., Jørs, E., Jepson, P. C., London, L., Naidoo, S., Rohlman, D. S., Saunyan, I., van Wendel de Joode, B., Adeleye, A. O., Alagbo, O. O., Aliaj, D., Azanaw, J., Beerappa, R., Brugger, C., Chaiklieng, S., Dalvie, M. A. (2022). Interventions to Reduce Pesticide Exposure from the Agricultural Sector in Africa: A Workshop Report. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 8973. <https://doi.org/10.3390/ijerph19158973>

42. Борисенко А.А., Антоненко А.М., Бардов В.Г., Кондратюк М.В., Подуст А.О., Омельчук С.Т. (2023). Аналіз динаміки асортименту дозволених до застосування в Україні пестицидів, обробка якими можлива з використанням сільськогосподарських дронів. *Медична наука України*, 19(1), 98-103.

43. Ekström, G., Hemming, H., & Palmberg, M. (1996). Swedish pesticide risk reduction 1981-1995: food residues, health hazard, and reported poisonings. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 147, 119–147. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4058-7_4

44. Cote, D. J., Bever, A. M., Chiu, Y. H., Sandoval-Insausti, H., Smith-Warner, S. A., Chavarro, J. E., & Stampfer, M. J. (2022). Pesticide Residue Intake From Fruit and Vegetable Consumption and Risk of Glioma. *American journal of epidemiology*, 191(5), 825–833. <https://doi.org/10.1093/aje/kwac007>

-
45. Davis, C. P., Garzia, N. A., Cushing-Haugen, K., Terry, K. L., Chiu, Y. H., Sandoval-Insausti, H., Chavarro, J. E., Missmer, S. A., & Harris, H. R. (2023). Fruit and vegetable consumption, pesticide residue intake from consumption of fruits and vegetables, and risk of uterine fibroids. *F&S science*, 4(1), 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.xfss.2022.12.001>
 46. Harris, H. R., Eke, A. C., Chavarro, J. E., & Missmer, S. A. (2018). Fruit and vegetable consumption and risk of endometriosis. *Human reproduction (Oxford, England)*, 33(4), 715–727. <https://doi.org/10.1093/humrep/dey014>
 47. Schulz, R., Stehle, S., Elsaesser, D., Matezki, S., Müller, A., Neumann, M., Ohliger, R., Wogram, J., & Zenker, K. (2009). Geodata-based probabilistic risk assessment and management of pesticides in Germany: a conceptual framework. *Integrated environmental assessment and management*, 5(1), 69–79. https://doi.org/10.1897/ieam_2008-032.1
 48. Benbrook, C. M., & Davis, D. R. (2020). The dietary risk index system: a tool to track pesticide dietary risks. *Environmental health : a global access science source*, 19(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00657-z>
 49. Fantke, P., & Juraske, R. (2013). Variability of pesticide dissipation half-lives in plants. *Environmental science & technology*, 47(8), 3548–3562. <https://doi.org/10.1021/es303525x>
 50. Łozowicka, B., Kaczyński, P., Jankowska, M., Rutkowska, E., & Hrynko, I. (2012). Pesticide residues in raspberries (*Rubus idaeus* L.) and dietary risk assessment. *Food additives & contaminants. Part B, Surveillance*, 5(3), 165–171. <https://doi.org/10.1080/19393210.2012.681398>
 51. Struciński, P., Góralczyk, K., Czaja, K., Hernik, A., Korcz, W., & Ludwicki, J. K. (2007). Ocena ryzyka dla konsumenta przy przekroczeniach najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów (NDP) w żywności [Consumer risk assessment in case of maximum residue levels (MRLs) violations in food]. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 58(2), 377–388.
 52. Reeves, W. R., McGuire, M. K., Stokes, M., & Vicini, J. L. (2019). Assessing the Safety of Pesticides in Food: How Current Regulations Protect Human

Health. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.), 10(1), 80–88.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmy061>

53. Xiao, S., Li, Z., & Fantke, P. (2021). Improved plant bioconcentration modeling of pesticides: The role of periderm dynamics. *Pest management science*, 77(11), 5096–5108. <https://doi.org/10.1002/ps.6549>

54. Bondareva, L., & Fedorova, N. (2021). Pesticides: Behavior in Agricultural Soil and Plants. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(17), 5370. <https://doi.org/10.3390/molecules26175370>

55. European Food Safety Authority (EFSA), Craig, P. S., Dujardin, B., Hart, A., Hernández-Jerez, A. F., Hougaard Bennekou, S., Kneuer, C., Ossendorp, B., Pedersen, R., Wolterink, G., & Mohimont, L. (2020). Cumulative dietary risk characterisation of pesticides that have acute effects on the nervous system. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 18(4), e06087. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6087>

56. Biosca-Brull, J., Pérez-Fernández, C., Mora, S., Carrillo, B., Pinos, H., Conejo, N. M., Collado, P., Arias, J. L., Martín-Sánchez, F., Sánchez-Santed, F., & Colomina, M. T. (2021). Relationship between Autism Spectrum Disorder and Pesticides: A Systematic Review of Human and Preclinical Models. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5190. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105190>

57. EFSA Panel on Plant Protection Products and their residues (PPR), Ockleford, C., Adriaanse, P., Berny, P., Brock, T., Duquesne, S., Grilli, S., Hernandez-Jerez, A. F., Bennekou, S. H., Klein, M., Kuhl, T., Laskowski, R., Machera, K., Pelkonen, O., Pieper, S., Smith, R., Stemmer, M., Sundh, I., Teodorovic, I., Tiktak, A., ... Bennekou, S. H. (2017). Investigation into experimental toxicological properties of plant protection products having a potential link to Parkinson's disease and childhood leukaemia. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 15(3), e04691. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4691>

58. Naidenko O. V. (2020). Application of the Food Quality Protection Act children's health safety factor in the U.S. EPA pesticide risk assessments.

Environmental health : a global access science source, 19(1), 16.
<https://doi.org/10.1186/s12940-020-0571-6>

59. EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR), Ockleford, C., Adriaanse, P., Hougaard Bennekou, S., Berny, P., Brock, T., Duquesne, S., Grilli, S., Hernandez-Jerez, A. F., Klein, M., Kuhl, T., Laskowski, R., Machera, K., Pelkonen, O., Pieper, S., Smith, R., Stemmer, M., Sundh, I., Teodorovic, I., Tiktak, A., ... Wolterink, G. (2018). Scientific opinion on pesticides in foods for infants and young children. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 16(6), e05286.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5286>

60. Benbrook, C. M., & Davis, D. R. (2020). The dietary risk index system: a tool to track pesticide dietary risks. *Environmental health : a global access science source*, 19(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00657-z>

61. El-Sheikh, E. A., Ramadan, M. M., El-Sobki, A. E., Shalaby, A. A., McCoy, M. R., Hamed, I. A., Ashour, M. B., & Hammock, B. D. (2022). Pesticide Residues in Vegetables and Fruits from Farmer Markets and Associated Dietary Risks. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(22), 8072. <https://doi.org/10.3390/molecules27228072>

62. O. Akoto, H. Andoh, G. Darko, K. Eshun, P. Osei-Fosu. (2013). Health risk assessment of pesticides residue in maize and cowpea from Ejura, Ghana. *Chemosphere*, 92 (1), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.02.057>.

63. Antonio Finizio, Sara Villa. (2002). Environmental risk assessment for pesticides: A tool for decision making. *Environmental Impact Assessment Review*, 22(3). 235-248. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(02\)00002-1](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(02)00002-1)

64. Fludioxonil (Ref: CGA 173506) PPDB: Pesticide Properties DataBase <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/330.htm>

65 Fludioxonil Product type 7, 9 and 10 (Film preservatives; Fibre, rubber and polymerised materials preservatives, Construction material preservatives). Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products Evaluation of active substances COMPETENT AUTHORITY REPORT (2017). Evaluating Competent Authority: Denmark. <https://echa.europa.eu/documents/10162/6723f611-8749-612f-3464-8c4c1325d775>

-
66. Fludioxonil // WHO (2004). JMPR, p. 47-84.
 67. Fludioxonil. Human-Health Risk Assessment (2009). EPA's Records Disposition Schedule PEST 361 Scientific Data Reviews HED Records Center, File R179164, p. 1-32.
 68. Conclusion on the peer review of fludioxonil // EFSA Scientific Report (2001) 110, 1–85.
 69. Fludioxonil - New Product Registration and Registration Application Withdrawal 2/03. - http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/fung-nemat/febuconazole-sulfur/fludioxonil/fludiox_oth_0203.html
 70. Cyprodinil (Ref: CGA 219417) PPDB: Pesticide Properties DataBase <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/199.htm>
 71. Cyprodinil Registration Pesticide Fact Sheet / US EPA April 6, 1998/ https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-288202_06-Apr-98.pdf
 72. Cyprodinil. Pesticide residues in food - 2003 - Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v2003pr03.htm>
 73. Cyprodinil. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance. EFSA Scientific Report (2005) 51, 1-7. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2006.51r>
 74. FAO specifications and evaluations for agricultural pesticides: CYPRODINIL. EVALUATION REPORT 511/2009. - http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/Cyprodinil09.pdf.
 75. Fenhexamid (Ref: KBR 2738) PPDB: Pesticide Properties DataBase. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/298.htm>
 76. Fenhexamid / Pesticides Fact sheet. 1999. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-090209_20-May-99.pdf
 77. FENHEXAMID –30 JMPR 2005 <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v2005pr11.pdf>

-
78. IUPAC: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/298.htm#non>
79. FAO:
http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/JMPR05report.pdf
80. Boscalid (Ref: BAS 510F) PPDB: Pesticide Properties DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/86.htm>
81. Boscalid. Pesticide Fact Sheet (2003). United States Environmental Protection Agency Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-128008_01-Jul-03.pdf
82. Boscalid Evaluation Report Food Safety Commission Pesticides Expert Committee 2004. Food Safety Commission Pesticides Expert Committee
https://www.fsc.go.jp/english/evaluationreports/pesticide/boscalid_full_170411.pdf
83. Pyraclostrobin (Ref: BAS 500F) PPDB: Pesticide Properties DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/564.htm>
84. 4.19 Pyraclostrobin (210) (T)*: FAO
<https://www.fao.org/3/y5221e/y5221e0o.htm>
85. Human Dietary Exposure Assessment for First Food uses of pyraclostrobin on Many Crops. 2002. US EPA.
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-099100_21-Aug-02_a.pdf
86. CLH report. Proposal for Harmonised Classification and Labelling Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2 International Chemical Identification: Pyraclostrobin (ISO); methyl N-(2-{{1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3-yl}oxymethyl}phenyl) N-methoxycarbamate (2021).
<https://www.echa.europa.eu/documents/10162/f8f08b3e-0226-812c-3472-55e78e0b6ac2>
87. PYRACLOSTROBIN 275–319 JMPR 2003
<file:///C:/Users/Admin/Downloads/PYRACLOSTROBIN%20-%20JMPR%202003.pdf>

88. Difenoconazole (Ref: CGA 169374) PPDB: Pesticide Properties DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/230.htm>

89. Difenoconazole HED Risk assessment US EPA (1999)
<https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/128847/128847-017.pdf>

90. CONCLUSION ON PESTICIDE PEER REVIEW. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance difenoconazole (2011). European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. *EFSA Journal*, 9(1):1967
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2011.1967>

91. Fluxapyroxad (Ref: BAS 700F) PPDB: Pesticide Properties DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/2002.htm>

92. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance fluxapyroxad (BAS 700 F) (2012). *EFSA Journal*, 10(1):2522. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. doi:10.2903/j.efsa.2012.2522.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2012.2522>

93. Fluxapyroxad. CLH Report. Proposal for Harmonised Classification and Labelling. Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2 (2017). <https://echa.europa.eu/documents/10162/6939f19f-3d5a-35cd-3bfc-35f2f1d0d95a>

94. PUBLIC RELEASE SUMMARY on the Evaluation of the New Active Fluxapyroxad in the Product MBREX Fungicide (Earlier named as BAS 700 01 F Fungicide) APVMA Product Number P64104. *Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority* 2012. <https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/13786-prs-fluxapyroxad.pdf>

95. Metalaxyl-M (Ref: CGA 329351) PPDB: Pesticide Properties DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/445.htm>

96. METALAXYL AND METALAXYL-M Pesticide residues in food - 2002 - Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues
<https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/2002pr09.htm>

97. Copper oxychloride. PPDB: Pesticide Properties DataBase.
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/177.htm>

98. Copper Oxychloride. CLH report roposal for Harmonised Classification and Labelling Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2 (2013) <https://echa.europa.eu/documents/10162/0017d543-1637-4487-a2eb-df39248de6e1>

99. CONCLUSION ON PESTICIDE PEER REVIEW. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture . EFSA Scientific Report (2008) 187, 1-101
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.187r>

100. PAN: Pesticides Database – Chemicals. Copper oxychloride:
http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35070.

101. IUPAC: global availability of information on agrochemicals. Copper oxychloride: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/177.htm>.

102. Azoxystrobin (Ref: ICI 5504) PPDB: Pesticide Properties DataBase.
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/54.htm>

103. Azoxystrobin. Conditional Registration. Pesticide Fact Sheet. EPA (1997).
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-128810_07-Feb-97.pdf

104. Azoxystrobin. CLH report. Proposal for Harmonised Classification and Labelling. Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2 (2017). <https://echa.europa.eu/documents/10162/28b7d134-0e8b-9b7e-f0d4-b161b8cf7074>

105. Penconazole (Ref: CGA 71818) PPDB: Pesticide Properties DataBase.
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/509.htm>

106. Penconazole (182) JMPR (2005).
https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Report2015/PENCONAZOLE.pdf

107. Conclusion on the peer review of penconazole EFSA Scientific Report (2008) 175, 1-104.

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.175r>

108. Penconazole ANNEX VI REPORT – HARMONISATION OF C&L. CLH Report PROPOSAL FOR HARMONISED CLASSIFICATION AND LABELLING. Germany. 2010. <https://echa.europa.eu/documents/10162/3c32ece7-6b51-e32d-1d66-6cd893096713>

109. Pendimethalin (Ref: AC 92553) PPDB: Pesticide Properties DataBase. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/511.htm>

110. Pendimethalin in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/41 (1996). World Health Organization, Geneva. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/pendimethalin.pdf?sfvrsn=5b3b8287_4

111. Pendimethalin. E X T O X N E T. Extension Toxicology Network. Pesticide Information Profiles. <http://extoxnet.orst.edu/pips/pendimet.htm>

112. Glyphosate (Ref: MON 0573) PPDB: Pesticide Properties DataBase. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/373.htm>

113. Glyphosate Technical Fact Sheet <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/glyphotech.html#acute>

114. GLYPHOSATE. ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 159 INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY <https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>

115. Toxicological profile for glyphosate (2020). U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp214.pdf>

116. S-metolachlor (Ref: CGA 77102) PPDB: Pesticide Properties DataBase. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1027.htm>

117. Metolachlor and Metolachlor Degradates Ethanesulfonic Acid and Oxanilic Acid in Groundwater. Public Health Concentration. Pesticide and Environmental Toxicology Branch. Office of Environmental Health Hazard Assessment. California

Environmental Protection Agency (2017).
<https://oehha.ca.gov/media/downloads/pesticides/report/metolachlor05312017.pdf>

118. S-METOLACHLOR™ 960 Herbicide™® Trademarks of Corteva Agriscience and its affiliated companies (2021). SAFETY DATA SHEET CORTEVA AGRISCIENCE CANADA COMPANY.
<https://www.corteva.ca/content/dam/dpagco/corteva/na/ca/en/files/products/sds/DF-S-Metolachlor-SDS-English.pdf>

119. Spirodiclofen (Ref: BAJ 2740) PPDB: Pesticide Properties DataBase.
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/597.htm>

120. Spirodiclofen. Conditional Registration. EPA. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (2005).
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-124871_11-Aug-05.pdf

121. Spirodiclofen. CLH REPORT FOR SPIRODICLOFEN. Proposal for Harmonised Classification and Labelling. Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2.
<https://echa.europa.eu/documents/10162/41b26907-3ca7-4059-84f2-4694826f3598>

122. Abamectin (Ref: MK 936). BPDB: Bio-Pesticides DataBase
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/Reports/8.htm>

123. Abamectin. EXTOTOXNET. Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (1996). <http://extoxnet.orst.edu/pips/abamecti.htm>

124. Abamectin. Product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods) (2011). Assessment Report. The Netherlands.
<https://echa.europa.eu/documents/10162/f8b567f0-e610-2ec7-496b-3ec7720ff9e8>

125. Abamectin. (AvidR) Risk characterization document (1987). California department of Food and Agriculture division of pest management, Environmental Protection and worker safety medical toxicology and worker health and safety branches.
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-122804_12-Aug-87_076.pdf

-
126.	ABAMECTIN	3–77	JMPR	2015.
- file:///C:/Users/Admin/Downloads/Abamectin%202016.pdf
127. Bayram, S., Genc, A., Buyukleyla, M., & Rencuzogullari, E. (2016). Genotoxicity and cytotoxicity of copper oxychloride in cultured human lymphocytes using cytogenetic and molecular tests. *Cytotechnology*, 68(5), 2027–2036. <https://doi.org/10.1007/s10616-016-9943-8>
128. Tarazona, J. V., Court-Marques, D., Tiramani, M., Reich, H., Pfeil, R., Istace, F., & Crivellente, F. (2017). Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Archives of toxicology*, 91(8), 2723–2743.
129. International Chemical Identification: S-metolachlor (ISO); 2-chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-[(2S)-1-methoxypropan-2-yl]acetamide; (RaSa)-2-chloro-N-(6-ethyl-o-tolyl)-N-[(1S)-2-methoxy-1-methylethyl]acetamide [contains 80-100 % 2-chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-[(2S)-1-methoxypropan-2-yl]acetamide and 0-20 % 2-chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-[(2R)-1-methoxypropan-2-yl]acetamide]. CLH report. Proposal for Harmonised Classification and Labelling Based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2. 2021. <https://echa.europa.eu/documents/10162/e826d559-4fea-917f-c1d5-69009cf79c8f>
130. Баглий Є.А., Недопитанська Н.М., Лісовська В.С., Решавська О.В., Ткаченко Л.В. (2019). Промоторний ефект генериків s-метолахлору з різною гепатотоксичністю у кацерогенезі печінки щурів. *Український журнал сучасних проблем токсикології*, 2, 5-13.
131. Державні санітарні правила та норми «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті» (ДСанПиН 8.8.1.2.3.4-000-2001), Київ-2001.
132. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.02.2016 № 55 «Про затвердження Гігієнічних нормативів і регламентів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.02.2016 р. за № 207/28337 (із змінами).

133. Bilous, O., & Vavrinevych, O. (2022). Prediction of acute poisoning in agricultural workers during using pesticides on berry and melon crops. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 134(4), 80–86. [https://doi.org/10.32345/usmyj.4\(134\).2022.80-86](https://doi.org/10.32345/usmyj.4(134).2022.80-86)

134. Білоус, О. С, & Вавріневич, О.П. (2022). Оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні фунгіцидів різних класів на ягідних та баштанних культурах. *«Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини»*, 30–33.

135. PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>.

136. Державні санітарні норми і правила. «Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН 8.8.1.002-98). Затв. Постановою головного державного санітарного лікаря України від 28.08.1998 № 2. – 20 с.

137. Сергеев, С. Г., & Чайка, Ю. Г. (2008). Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия. *Сучасні проблеми токсикології*, (4), 29-31.

138. Методичні рекомендації «Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгалаційного 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». – [Затв. МОЗ України № 324 від 13.05.2009.]. – К., 2009. – 29 с.

139. Методическими указаниями по хроматографическому измерению концентрации ципродинила в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе» № 82-97 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 28]. – К.: Укргосхимкомиссия, 2000. – С. 143-147.

140. Методическими указаниями по определению остаточных количеств ципродинила в воде, почве, яблоках, винограде, грушах, вине, соке хроматографическими методами»: № 65-97 // Методические указания по

определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 28]. – К.: Укргосхимкомиссия, 2000. – С. 137-142.

141. Методическими указаниями по определению флудиоксонала в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» № 48-97 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 28]. – К.: Укргосхимкомиссия, 2000. – С. 83-86.

142. Методичними вказівками з визначення флудіоксонілу в атмосферному повітрі методами високоефективної рідинної та тонкошарової хроматографії» № 430-2003 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 42]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2005. – С. 211-233.

143. Методические указания по определению флудоксонала в воде, почве, картофеле методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» № 31-97 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 28]. – К.: Укргосхимкомиссия, 2000. – С. 77-82.

144. Методичні вказівки з визначення фенгексаміду в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом ВЕРХ №605-2005 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 59]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2008. – С. 104.

145. Методичні вказівки з визначення фенгесаміду у ґрунті методом ВЕРХ №604-2005 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 59]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2008. – С. 90.

146. Методичними вказівками з виконання вимірювань дифеноконазолу у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі» № 294-2001 // Методичні вказівки

з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 37]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – 117-121.

147. Методическими указаниями по газохроматографическому определению дифеноконазола (скора) в растительном материале, почве, воде» № 6147-91 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 22, ч. 1]. – К.: Укрґосхимкомиссия, 1995. – 59-64.

148. Методичними вказівками з визначення нікобіфену та піраклостробіну в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методами високоефективної рідинної та тонкошарової хроматографії» № 484-2004 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 50]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2007. – С. 107-149.

149. Методичними вказівками з визначення нікобіфену та піраклостробіну в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії» № 453-2003. Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 45]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2007. – С. 117-130.

150. Методическими указаниями по определению металаксила-М в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии». № 138-99 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: [сб. 29]. – К.: Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – С. 93-96.

151. Временные методические указания по определению металаксила-М в воде, почве, картофеле, томатах, винограде, соке, сахарной свекле, кукурузе, подсолнечнике, подсолнечном и кукурузном масле газохроматографическим методом» № 206-2000 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: [сб.

33]. – К.: Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – С. 23-28.

152. Методичні вказівки з визначення флуксапіроксаду в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії». № 1208-2012 // Методичні вказівки з визначення мікрокілностей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 102]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2019. – С. 79.

153. Методичні вказівки з визначення флуксапіроксаду в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії». № 1238-2013 / Методичні вказівки з визначення мікрокілностей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 104]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2019. – С. 86.

154. Фотометрическое определение меди. № 4823-88 // Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ. изд. Кн. 2 / [Под ред. М.И. Буковского.]. – М.:Химия, 1993. – С. 234.

155. Метод определения никеля, кобальта, меди в атмосферном воздухе населенных мест, №3865-85 от 08.05.85 / Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (Дополнение №1 к списку ПДК №3086-84 от 27.08.84). Приложение №1, – М., 1985. – С. 38.

156. ДСТУ ISO 11466:2001 Якість ґрунту. Вилучання перехідних елементів, що розчиняються у "царській водці"

157. ДСТУ 4770.6:2007 Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії.

158. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций Стомпа в воздухе рабочей зоны. № 2781-83 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания,

кормах и внешней среде: [часть XIV]. – М.: Госхимкомиссия при МСХ СССР, 1984. – С. 161- 165.

159. Методичні вказівки з визначення пендиметаліну в атмосферному повітрі хроматографічними методами № 562-2005 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 55]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2008. – С. 135-152.

160. Методические указания по определению пендиметалина (Стомпа) в воде, почве, зерновых культурах (пшеница, ячмень, рожь, рис, кукуруза), бобовых (горох, соя), технических (сахарная свекла, подсолнечник), овощных (капуста, морковь, лук-репка, лук-перо, чеснок, томаты), плодовых (яблоки) методом тонкослойной и газожидкостной хроматографии. № 139-99 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: [сб. 31]. – К.: Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – С. 70-77.

161. Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций глифосата, глифосина и глицина в воздухе рабочей зоны. № 4379-87 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 18, ч. 1]. – К.: Укрґосхимкомиссия, 1995. – С. 15-22.

162. Методичні вказівки по визначенню гліфосату в атмосферному повітрі методом тонкошарової хроматографії. (Доповнення до МВ № 4379-87) № 231-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 38]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – С. 10-13.

163. Методические указания по определению глифосата и его метаболита аминотетилфосфоновой кислоты в воде, почве, растительных культурах методом газожидкостной хроматографии. № 6123-91 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 20, ч. 2]. – К.: Укрґосхимкомиссия, 1995. – С. 340–348.

164. Методические указания по определению остаточных количеств глифосата в воде и растительном материале хроматографическими методами. № 4413-87 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 18, ч. 1]. – К.: Укргосхимкомиссия, 1995. – С.168–177.

165. Методичні вказівки з визначення спіродиклофену в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії» № 970-2009 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 80]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2013. – С. 138-153.

166. Методичні вказівки з визначення спіродиклофену в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії». № 1023-2010 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 86]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2014. – С. 147-160.

167. Методичні вказівки з визначення абамектину в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії. № 1106-2011 Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 96]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2017. – С. 5-21.

168. Методичні вказівки з визначення абамектину у ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії. № 1108-2011 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 96]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2017. – С. 38-55.

169. Временными методическими указаниями по измерению концентрации азоксистробина в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». № 222-2000 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в продуктах

харчування, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 36]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – С.9-13.

170. Методические указания по измерению концентраций пенконазола (топаза) в воздухе рабочей зоны хроматографическими методами №6124-91 Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 22, ч. 2]. – К.: Укргосхимкомиссия, 1995. – С. 71.

171. Методичні вказівки з визначення масової концентрації пенконазолу в атмосферному повітрі методом ГРХ №377-2002 Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 41]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2005. – С. 168.

172. Методические указания по определению S-метолахлора в водзуде рабочей зоны и атмосферном воздухе методом ГЖХ №168-99 Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: [сб. 29]. – К.: Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. С.101/

173. [Уніфіковані правила відбору проб сільськогосподарської продукції, продуктів харчування та об'єктів довкілля для визначення мікрокілЬкостей пестицидів]. № 2051-79. 1980. 46 с.

174. Generic guidance for Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. (2011) / EU. Available from:https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/projects_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticsvc_1_0_Nov23.pdf

175. Временными методическими указаниями по определению азоксистробина в почве, плодах томатов и огурцов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» № 220-2000 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 36]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – С. 3-8.

176. Методические указания по определению топаза в сельскохозяйственных культурах, почве и воде ГЖ и ТС хроматографии №5009-89 44. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 21, ч. 1]. – К.: Укргосхимкомиссия, 1995. С. 174.

177. Методичні вказівки з визначання S-метолахлору в ґрунті методом ГРХ №795-2007 Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 70]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. С. 64.

178. Cohen S. Recent examples of pesticide assessment and regulation under FQPA. *Agricultural chemical news*. (2000):.41-43.

179. Initial Tier Screening of Pesticides for Ground Water Concentrations Using the SCI-GROW Model/EPA. Available from: <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/#scigrow>.

180. SCI-GROW (Screening Concentration In GROund Water) / Water Models / Pesticides: Science and Policy / US EPA. <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/index.htm#scigrow>

181. Gustafson, D.I. (1989). Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry* 8:339-357

182. Groundwater Ubiquity Score (GUS. National pesticide information center) <http://npic.orst.edu/envir/gus.html>

183. Ваврі́невич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Коршун М.М. (2016). Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду Пат. 105429 UA, МПК А61В 10/00 (2016.01); Заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. № и 2015 06528; заявл. 03.07.2015; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4с.

184. Ваврі́невич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. (2019). Новохацька О.О. Модель комплексної оцінки ризику негативного впливу на

організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води. Інформаційний лист № 191-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

185. Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Шпак Б.І. (2019). Модель оцінки ризику забруднення ґрунтових і поверхневих вод пестицидами та прогнозування небезпеки при їх потраплянні в організм людини з водою. Інформаційний лист № 192-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

186. Методичні вказівки з визначення флудіоксонілу у полуниці, винограді, полуничному та виноградному соках методом ВЕРХ №740-2007 Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 76]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. – С. 5.

187. Методичні вказівки з визначення флудіоксонілу в лохині методом високоефективної рідинної хроматографії. № 1564-2018 / Затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ № 246 від 06.07.18) та погодж. листами Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів від 13.04.2018 № 7/1173-18 та від 22.05.2018 №87/2594-18.

188. Методичні вказівки з визначення ципродинілу в полуниці методом методом газорідинної хроматографії. №510-2004 // Методичні вказівки з визначення мікрокілЬкостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 49]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2007. –С. 102.

189. Методичні вказівки з визначення ципродинілу в полуничному соку методом ГРХ №1781-2021 Затв. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 21 жовтня 2021 року № 682.

190. Методичні вказівки з визначення ципродинілу в лохині методом газорідинної хроматографії. №1575-2018 // Затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ № 246 від 06.07.18) та погодж. листами Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів від 13.04.2018 № 7/1173-18 та від 22.05.2018 №87/2594-18.

191. Методичні вказівки з визначення фенгексаміду в персиках, суниці та соках методом ВЕРХ № 602-2005 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 62]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2009. – С. 21.

192. Методичні вказівки з визначення азоксистробіну в кавунах методом ВЕРХ №1526-2018 / Затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ № 246 від 06.07.18) та погодж. листами Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів від 13.04.2018 № 7/1173-18 та від 22.05.2018 №87/2594-18.

193. Методичні вказівки з визначення боскаліду та піраклостробіну при їх сумісній присутності в суниці та суничному соку методом ВЕРХ №1535-2018 / затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ № 246 від 06.07.18) та погодж. листами Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів від 13.04.2018 № 7/1173-18 та від 22.05.2018 №87/2594-18.

194. Временные методические указания по определению пенконазола в огурцах, персиках, черной смородине, соках ГЖХ методом №200-2000 Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде: [сб. 33]. – К.: Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. С. 50.

195. ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів.

196. ГОСТ 30178-96 Сировина та харчові продукти. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів Міждержавний стандарт.

197. Методические указания по определению дуала в растительном материале, воде, почве и хроматографией №2139-80 Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [часть XI]. – М.: Госхимкомиссия, 1981. С. 118.

198. Методичним вказівкам з визначення гліфосату в овочах, фруктах, зерні хлібних злаків та кукурудзи, зернобобових та баштанних культурах методом високоефективної рідинної хроматографії» № 363-2002 Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: [сб. 18, ч. 1]. – К.: Укргосхимкомиссия, 1995. – С.168.

199. Методичні вказівки з визначення спіродиклофену в полуниці методом високоефективної рідинної хроматографії № 1420-2015 / Затв. Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (Наказ № 156 від 18.05.15) та погодж. т.в.о. головного державного санітарного лікаря України (Постанова № 04.03-08-1545/17 від 16.04.15).

200. Методичні вказівки з визначення спіродиклофену в полуничному соку методом високоефективної рідинної хроматографії. № 1421-2015 / Затв. Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (Наказ № 156 від 18.05.15) та погодж. т.в.о. головного державного санітарного лікаря України (Постанова № 04.03-08-1545/17 від 16.04.15).

201. Методичні вказівки з визначення абамектину у полуниці та яблуках методом високоефективної рідинної хроматографії. № 1109-2011 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі: [зб. 96]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2017. – С. 56-73.

202. Методичні вказівки щодо гігієнічної оцінки нових пестицидів: МВ № 4263-87. 1988. 210 с.

203. Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Ставніченко П.В. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування не-безпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів) Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здо-ров'я № 29-2018. <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf>

204. Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Korshun M.M. (2018). Hygienic substantiation of forecasting model of hazard for human when consuming agricultural products contaminated with (on pyra-zolecarboxamide class fungicides example). *International scientific periodical journal «The Unity of science»*, 46-48.

205. Лях Ю.Є., Гур'янов В.Г. (2003-2019). Авторський пакет MedStat v. 5.2

206. Kanda, Y. (2013). Investigation of the freely available easy-to-use software “EZR” for medical statistics. *Bone Marrow Transplantation*, 48(3), 452–458. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/bmt.2012.244>

207. Вавріневич О.П. (2019). Гігієнічне обґрунтування критеріїв відбору для проведення моніторингу фунгіцидів в агропромисловому комплексі України. *Довкілля та здоров'я*, 1 (90), 4-9.

208. A.M. Antonenko, O.P. Vavrinevich, S.T. Omelchuk, V.G. Bardov, A.A. Borisenko (2019). Гігієнічне обґрунтування критеріїв відбору для проведення моніторингу пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах та ґрунті на прикладі фунгіцидів. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 9 (3), 104-108. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.19.3.104>

209. Антоненко А.М., Вавріневич О.П. (2020). Гігієнічне обґрунтування вдосконалення критеріїв відбору для проведення моніторингу хімічних речовин, що можуть впливати на функціонування щитоподібної залози (на прикладі пестицидів). *Challenges of medical science and education: an experience of EU countries and introduction in Ukraine. Collective monograph. Cuiavian University in Wloclawek. Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 334 p. (5-25). DOI: 10.30525/978-9934-588-64-8-1*

210. Michelle Leemans, Stephan Couderq, Barbara Demeneix, and Jean-Baptiste Fini (2019). Pesticides With Potential Thyroid Hormone-Disrupting Effects: A Review of Recent Data. *Front. Endocrinol., section Endocrinology of the thyroid gland*, 10, 743. doi: 10.3389/fendo.2019.00743

-
211. Qing Zhou, Shuai Xue, corresponding author, Li Zhang, Guang Chen (2022). Trace elements and the thyroid. *Front Endocrinol (Lausanne). Frontiers in Endocrinology*, 13. doi: 10.3389/fendo.2022.904889
212. Stefania Perdichizzi, Maria Grazia Mascolo, Paola Silingardi, Elena Morandi, Francesca Rotondo, Angela Guerrini, Luciana Prete, Monica Vaccari, Annamaria Colacci (2014). Cancer-related genes transcriptionally induced by the fungicide penconazole. *Toxicol In Vitro*, 28(1), 125-30. doi: 10.1016/j.tiv.2013.06.006. Epub 2013 Jun 27.
213. Coperchini F., Greco A., Croce L., Denegri M., Magri F., Rotondi M., Chiovato L (2023). In vitro study of glyphosate effects on thyroid cells. *Environmental Pollution*, 317. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120801>
214. Rozmankova E., Pipal M., Blahova L., Chandran N.N., Morin B., Gonzalez P., Blaha L (2020). Environmentally relevant mixture of S-metolachlor and its two metabolites affects thyroid metabolism in zebrafish embryos. *Aquatic Toxicology*, 221. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105444>
215. Руда Т.В., Коршун М.М. (2018). Гігієнічна оцінка професійного комбінованого ризику при застосуванні сучасних багатокomпонентних пестицидів на посівах кукурудзи та соняшнику. *Medicni Perspektivi*, 23 (3), 98–103. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.3.147964>
216. Fargnoli, M., Lombardi, M., Puri, D., Casorri, L., Masciarelli, E., Mandić-Rajčević, S., & Colosio, C. (2019). The Safe Use of Pesticides: A Risk Assessment Procedure for the Enhancement of Occupational Health and Safety (OHS) Management. *International journal of environmental research and public health*, 16(3), 310. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030310>
217. Gangemi, S., Miozzi, E., Teodoro, M., Briguglio, G., De Luca, A., Alibrando, C., Polito, I., & Libra, M. (2016). Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development of chronic diseases in humans (Review). *Molecular medicine reports*, 14(5), 4475–4488. <https://doi.org/10.3892/mmr.2016.5817>

218. de-Assis, M. P., Barcella, R. C., Padilha, J. C., Pohl, H. H., & Krug, S. B. F. (2021). Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Revista brasileira de medicina do trabalho : publicacao oficial da Associacao Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT*, 18(3), 352–363. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2020-532>

219. Darçın, E. S., Darçın, M., Alkan, M., & Doğrul, G. (2017). Occupational Risk Factors for Acute Pesticide Poisoning among Farmers in Asia. InTech. doi: 10.5772/intechopen.72006

220. Maroni, M., Fanetti, A. C., & Metruccio, F. (2006). Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture. *La Medicina del lavoro*, 97(2), 430–437.

221. EN 482:2012+A1:2015 Workplace exposure — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67247

222. Свояк Н.І. (2006). *Гігієнічна оцінка пестицидів на основі мінерально-масляних емульсій та наукове обґрунтування критеріїв їх безпечного використання (на прикладі «Препарату 30-В»): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 14.02.01 «Гігієна», Київ.*

223. Терещенко В.Г. (2005). *Гігієна та фізіологія праці при вирощуванні та переробці соняшника за індустріальними технологіями: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.02.01 «Гігієна», Київ.*

224. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» № 248 (2014).

225. Pedroso, T. M. A., Benvindo-Souza, M., de Araújo Nascimento, F., Woch, J., Dos Reis, F. G., & de Melo E Silva, D. (2022). Cancer and occupational exposure to pesticides: a bibliometric study of the past 10 years. *Environmental science and pollution research international*, 29(12), 17464–17475. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17031-2>

-
226. Mamane, A., Baldi, I., Tessier, J. F., Raherison, C., & Bouvier, G. (2015). Occupational exposure to pesticides and respiratory health. *European respiratory review : an official journal of the European Respiratory Society*, 24(136), 306–319. <https://doi.org/10.1183/16000617.00006014>
227. Martin-Reina, J., Casanova, A. G., Dahiri, B., Fernández, I., Fernández-Palacín, A., Bautista, J., Morales, A. I., & Moreno, I. (2021). Adverse Health Effects in Women Farmers Indirectly Exposed to Pesticides. *International journal of environmental research and public health*, 18(11), 5909. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115909>
228. Зінченко, Т. І., Пельо, І. М., Омельчук, С. Т., & Вавріневич, О. П. (2016). Гігієнічна оцінка професійного ризику працівників при застосуванні пестицидів та бакових сумішей у системі хімічного захисту полуниці. *Медичні перспективи*, 21(4), 130-135.
229. Сергєєв С.Г., Баран В.М., Лишавський В.Г., Чайка Ю.Г. (2004). *Визначення експозиційних доз при державних випробуваннях пестицидів*. Тези доповідей II з'їзду Токсикологів України. Київ.
230. Сергєєв С., Кравчук А., Медведев В., Лышавский В., Колонтаева Н., Баран В., Павленко И. (2011). Допустимые дозы пестицидов для оператора, как критерии биодоступности и оценки опасности путей воздействия. «Сучасні проблеми токсикології. Безпека їжі та середовища життєдіяльності людини»: матеріали III з'їзду токсикологів України. Київ.
231. Сергєєв С.Г., Лишавський В.Г. (2004). Небезпечність пестицидів для працюючих: технології застосування та експозиційні дози. «Гігієнічна наука та практика на рубежі століть»: матеріали XIV з'їзду гігієністів України. Дніпропетровськ, 2, 94–95.
232. Білоус О. С., & Вавріневич О. П. (2022). Гігієнічна оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні гербіцидів на ягідних та баштанних культурах. «New trends and unsolved issues in medicine», 267–269. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-226-5-70>

233. Білоус, О. С., & Вавріневич, О. П. (2022). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів на ягідних та баштанних культурах у промисловому секторі України. «Українські медичні вісті», 14 № 3–4 (92–93) (с. 130).

234. Bilous, O. S., Vavrinevych, O. P., Omelchuk, S. T., Aleksiiichuk, V. D., & Syrota, A. I. (2023). PROFESSIONAL RISKS FOR AGRICULTURAL PERSONNEL TREATING BERRIES AND MELON CROPS WITH PESTICIDES. *Wiadomosci lekarskie* (Warsaw, Poland : 1960), 76(4), 831–837. <https://doi.org/10.36740/WLek202304120>

235. Білоус, О. (2023). Гігієнічна оцінка умов праці та індексів небезпеки для осіб, задіяних при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в умовах особистих селянських господарств. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 141(3), 79-87. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.79-87)

236. Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, Chu C, Phung DT. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 1112 p. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>

237. Food Safety in Blueberry Production (2017). <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/pdfs-risk-advisory/risk-bulletins/ARC-Agri-Food-Safety-in-Blueberry-Production.pdf>

238. B, Heinzow, Temple Wayne, N, Besbelli, A, Sunden, Omar Memunat, Awang Rahmat. Toxicology in the classroom- a teaching tool to prevent pesticide poisoning in developing countries. 2011. https://www.researchgate.net/publication/236141958_Toxicology_in_the_classroom_a_teaching_tool_to_prevent_pesticide_poisoning_in_developing_countries

239. Tang, F.H.M., Lenzen, M., McBratney, A. et al. (2021). Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*. 14, 206–210. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>

240. Braschi, I., Blasioli, S., Lavrić, S., Buscaroli, E., Di Prodi, K., Solimando, D., & Toscano, A. (2022). Removal and fate of pesticides in a farm constructed wetland for agricultural drainage water treatment under Mediterranean conditions (Italy). *Environmental science and pollution research international*. 29(5), p. 7283–7299.

241. Закон «Про систему громадського здоров'я» від 6 вересня 2022 р. № 2573-IX/Верховна Рада України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>

242. Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» /Верховна Рада України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>

243. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 року за № 452/17747. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22#Text>

244. Tóth, E., Tölgyesi, Á., Simon, A., Bálint, M., Ma, X., & Sharma, V. K. (2022). An Alternative Strategy for Screening and Confirmation of 330 Pesticides in Ground- and Surface Water Using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Molecules* (Basel, Switzerland), 27(6), 1872. <https://doi.org/10.3390/molecules27061872>

245. Md. Khalid Hasan, Abrar Shahriar, Kudrat Ullah Jim Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. (2019). *Heliyon*. Vol.5.

246. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

247. Іванова Л.П., Адамчук Т.В., Гринько А.П., Кравчук О.П., Петрашенко Г.І. (2021). Аналіз міжнародних підходів до нормування пестицидів у продуктах переробки сільськогосподарської сировини (огляд літератури). *Єдине здоров'я*

та проблеми харчування України, 94-99. DOI:10.33273/2663-9726-2021-55-2-94-99.

248. Антоненко, А. М., Вавріневич, О. П., Омельчук, С. Т., Бардов, В. Г., & Борисенко, А. А. (2019). Гігієнічне обґрунтування критеріїв відбору для проведення моніторингу пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах та ґрунті на прикладі фунгіцидів. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*, 19(3 (67)), 104-108.

249. Kruć-Fijałkowska R, Dragon K, Drożdżyński D, Górski J. (2022). Seasonal variation of pesticides in surface water and drinking water wells in the annual cycle in western Poland, and potential health risk assessment. *Sci Rep.* 12(1):3317. doi:10.1038/s41598-022-07385-z

250. Коршун, М., & Мартіянова Ю. (2022). Гігієнічна оцінка потенційного ризику для здоров'я населення, викликаного забрудненням підземних і поверхневих вод пестицидами різних хімічних класів. *Medicni Perspektivi*, 27 (3), 149–156. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2022.3.265963>

251. Li, Z., & Jennings, A. (2017). Worldwide Regulations of Standard Values of Pesticides for Human Health Risk Control: A Review. *International journal of environmental research and public health*, 14(7), 826. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070826>

252. Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т. та ін., винахідники; Національний медичний університет імені Богомольця, правонаступник. Модель оцінки ризику забруднення ґрунтових і поверхневих вод пестицидами та прогнозування небезпеки при їх потраплянні в організм людини з водою. Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я.

253. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П., & Білоус, С. В. (2023). Гігієнічна оцінка ризику забруднення ґрунту залишковими кількостями гербіцидів при застосуванні на ягідних та баштанних культурах. *«Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини»*, 57–59.

254. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П. (2023). Гігієнічна оцінка забруднення ґрунту залишковими кількостями фунгіцидів та оцінка їх стійкості в ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в агропромисловому секторі України. *Multidisciplinary challenges in contemporary science: innovations and collaboration (Poland). International scientific conference*, 289- 293.

255. Білоус О.С., Вавріневич О.П. (2023). Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур у приватному секторі України. *Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph.1st ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”*, 156-170. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6>

256. New MRL values for Fludioxonil (R) (F) will apply from (2021). https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=details&pest_res_ids=307&product_ids=&v=1&e=search.pr

257. New MRL values for Cyprodinil (R) (F). https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=details&pest_res_ids=267&product_ids=&v=1&e=search.pr

258. Difenconazole / EU Pesticides database. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=276>

259. Azoxystrobin / EU Pesticides database. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=22>

260. Fluxapyroxad / EU Pesticides database. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=23>

database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=2268

261. Pendimethalin / EU Pesticides database.
<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=176>

262. Difenoconazole / EU Pesticides database.
<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticidesdatabase/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN&pestResidueId=276>

263. Яструб, А. М., & Омельчук, С. Т. (2022). Гігієнічне регламентування безпечного застосування комбінованих пестицидів в системі захисту яблуневих насаджень від шкідників, хвороб і бур'янів. *Environment & Health*. 102;1. 53–60.
<http://ir.librarynmu.com/handle/123456789/5895>

264. El-Sheikh, E. A., Ramadan, M. M., El-Sobki, A. E., Shalaby, A. A., McCoy, M. R., Hamed, I. A., Ashour, M. B., & Hammock, B. D. (2022). Pesticide Residues in Vegetables and Fruits from Farmer Markets and Associated Dietary Risks. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(22), 8072. <https://doi.org/10.3390/molecules27228072>

265. European Food Safety Authority (EFSA) (2019). The 2017 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17(6), e05743. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5743>

266. Reeves, W. R., McGuire, M. K., Stokes, M., & Vicini, J. L. (2019). Assessing the Safety of Pesticides in Food: How Current Regulations Protect Human Health. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 10(1), 80–88.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmy061>

267. Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016.

268. Білоус, О. С. (2022). Впровадження основ оцінки ризику для населення при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених із застосуванням гербіцидів у викладання дисципліни «Гігієна та екологія». *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни. Одеса: Видавничий дім «Гельветика»*, 22–25.

269. Білоус, О. С. (2022). Гігієнічна оцінка динаміки вмісту пендиметаліну в полуниці та обґрунтування максимально допустимого рівня в цій культурі. «*Annual Young Medical Scientists' Conference 2022, AYMSConf 2022*», 82–83.

270. Julie Beattie, Alan Crozier, Garry G DuthieGarry G Duthie. Potential Health Benefits of Berries (2005). *Current Nutrition & Food Science* 1(1):71-86. DOI: 10.2174/1573401052953294https://www.researchgate.net/publication/276957450_Potential_Health_Benefits_of_Berries

271. Golovinskaia, O., & Wang, C. K. (2021). Review of Functional and Pharmacological Activities of Berries. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(13), 3904. <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>

272. Baoru Yong & Maaria Kortensniemi (2015). Clinical evidence on potential health benefits of berries. *Current Opinion in Food Science*, 2, 36-42. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799315000387>

273. Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L. R., Krikorian, R., Stull, A. J., Tremblay, F., & Zamora-Ros, R. (2020). Recent Research on the Health Benefits of Blueberries and Their Anthocyanins. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 11(2), 224–236. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz065>

274. Lozowicka B. & wolejko E. (2013). THE OCCURRENCE OF PESTICIDES IN BERRY FRUITS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION. *ECOL CHEM ENG A*. 20(9),1009-1018. DOI: 10.2428/ecea.2013.20(09)092

275. Scheiffer M. & Speiser B. (2022). Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain – A review. *Environmental Pollution*, 313. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749122013306>

276. How pesticides impact human health and ecosystems in Europe. (2023) Europe Environmental Agency <https://www.eea.europa.eu/publications/how-pesticides-impact-human-health>

277. Bitencourt de Morais Valentim JM, Fagundes TR, Okamoto Ferreira M, Lonardoní Micheletti P, Broto Oliveira GE, Cremer Souza M, Geovana Leite Vacario B, Silva JCd, Scandolara TB, Gaboardi SC, Zanetti Pessoa Candioto L, Mara Serpeloni J, Rodrigues Ferreira Seiva F and Panis C (2023). Monitoring residues of pesticides in food in Brazil: A multiscale analysis of the main contaminants, dietary cancer risk estimative and mechanisms associated. *Front. Public Health*, 11,. doi: 10.3389/fpubh.2023.1130893
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2023.1130893/full>

278. Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P and Hens L (2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Front. Public Health* 4:148. doi: 10.3389/fpubh.2016.00148
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2016.00148/full>

279. Ecological Risk Assessment for Pesticides: Technical Overview/ EPA <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/ecological-risk-assessment-pesticides-technical>

280. How pesticides are regulated in the EU EFSA and the assessment of active substances. EFSA:
https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/Pesticides-ebook-180424.pdf

281. S. Arora (2019). Pesticide risk assessment.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781780646336.0000>

282. Guidance on national chemicals control. Hazard and risk assessment and risk reduction of pesticides. Swedish Chemicals Agency. Stockholm (2021)
<https://www.kemi.se/download/18.3f6f225517c0af779871d71/1634654649527/Guidance-6-Hazard-and-risk-assessment-and-risk-reduction-of-pesticides%20.pdf>

283. Combined risk assessments for pesticide registration in Great Britain and Northern Ireland. Health and Safety Executive. <https://www.hse.gov.uk/pesticides/pesticides-registration/data-requirements-handbook/fate/combined-risk-assessments.htm>

284. Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health*, 8(5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>

285. A.M. Antonenko, O.P. Vavrinevych, S.T. Omelchuk, B.I. Shpak, Korshun M.M. (2019). Improvement of the monitoring system in the environment of pesticides affecting thyroid gland. *Довкілля та здоров'я*, 4 (93), 13-17.

286. Boedeker, W., Watts, M., Clausen, P., & Marquez, E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. *BMC public health*, 20(1), 1875. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0>.

287. Ставніченко П.В., Антоненко А.М., Бардов В.Г. (2012). Прогнозування розвитку гострих токсичних отруєнь у сільськогосподарських робітників при використанні комбінованих препаратів на основі дифеноконазолу. *Медичні перспективи*, 22 (3), 116-121.

288. Вавріневич О.П. (2016). Гігієнічне обґрунтування наукових основ проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу при застосуванні фунгіцидів в агропромисловому комплексі України. Дисертація на здобуття наукового ступеня д.мед.н. Спеціальність 14.02.01 – гігієна та професійна патологія.

289. Антоненко А.М. (2018). Прогнозування розвитку гострих отруєнь у сільськогосподарських робітників при використанні фунгіцидів на основі діючих речовин – індукторів монооксигеназної системи печінки. *Український журнал проблем медицини праці*, 1(54), 57-60.

290. Новохацька О.О. (2020). Гігієнічна оцінка та регламентація застосування сучасних пестицидів в системі хімічного захисту картоплі.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD). Галузь знань 22 Охорона здоров'я. Спеціальність 222 Медицина.

291. Ткаченко, І., & Антоненко, А. (2021). Оцінка ризику та прогнозування можливості виникнення гострих токсичних ефектів у працівників при роботі з препаратом Оберон Рапід 240 SC, КС. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 127(4), 124-128. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(127\).2021.124-128](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(127).2021.124-128)

292. Зінченко, Т. І., Пельо, І. М., Омельчук, С. Т., & Вавріневич, О. П. (2016). Гігієнічна оцінка професійного ризику працівників при застосуванні пестицидів та бакових сумішей у системі хімічного захисту полуниці. *Медичні перспективи*, 21(4), 130-135.

293. Омельчук С., Вавріневич О., Антоненко А., Борисенко А., Бардов В., Козярін І. (2018). Гігієнічна оцінка професійного ризику для працівників при застосуванні пестицидів для захисту картоплі. *Медична наука України (МДУ)*, 14 (3-4), 95-102. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3-4.2018.13>

294. Борисенко А., Ткаченко І., Антоненко А. (2021). Порівняльна гігієнічна оцінка умов праці та потенційних ризиків для здоров'я працівників при застосуванні пестицидів у різних техніках. *Трансфер технологій: інноваційні рішення в медицині*, 26-28. <https://doi.org/10.21303/2585-6634.2021.002146>

295. Ткаченко І.В., Антоненко А.М., Борисенко А.А., Коршун О.М., Ліпавська А.О. (2021). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні пестицидних формуляцій на основі спіромезифену та абамектину для працівників сільського господарства. *Український журнал з проблем медицини праці*. 17 (4): 253–260. <https://doi.org/10.33573/ujoh2021.04.253>.

296. Руда, Т. В., Коршун, М. М., & Гаркавий, С. І. (2017). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні стробілуринових фунгіцидів на посівах олійних культур. *Мир медицины и биологии*, 13(2 (60)), 103-110.

297. Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health*, 8(5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>

298. Коршун , М., Мартіянова , Ю., & Шкіндер , Т. (2021). Оцінка ризику для здоров'я населення амікарбазону як потенційного забруднювача ґрунтових та поверхневих вододжерел в ґрунтово-кліматичних умовах України. Збірник наукових праць ЛОГОС. <https://doi.org/10.36074/logos-09.04.2021.v2.30>

299. Korshun M, Martiianova Y. (2023). Hygienic assessment of the potential risk for public health caused by groundwater and surface water pollution by pesticides of various chemical classes. *Med. perspekt.* 27(3):149-56. Available from: <https://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/265963>

300. Antonenko, A., Vavrinevych, O., Omelchuk, S., & Korshun, M. (2015). PREDICTION OF PESTICIDE RISKS TO HUMAN HEALTH BY DRINKING WATER EXTRACTED FROM UNDERGROUND SOURCES. *Georgian medical news*, (244-245), 99–106.

301. Т.В. Руда & М.М. Коршун (2017). Прогнозування небезпечності забруднення ґрунту та підземних вод при застосуванні пестицидів різних класів для захисту олійних культур в ґрунтово-кліматичних умовах України. *СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТОКСИКОЛОГІЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ*, 1-2, 109-119.

302. Antonenko A., Vavrinevych , O., Shpak, B., Tkachenko, I., & Omelchuk, S. (2022). PREDICTION OF THE AVERMECTIN INSECTICIDES HAZARDOUS EFFECT ON HUMAN HEALTH WHEN CONSUMING PLANT PRODUCTS GROWN WITH THE APPLICATION OF FORMULATIONS BASED ON THEM. *Medical Science of Ukraine (MSU)*, 18(3), 83-86. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.12>

303. Antonenko A. & Vavrinevych O. (2018). Forecasting of triazole, amide, piperidinyle thiazol isoxazoline, oxazole fungicides hazardous effect on human health in consumption of vegetables growed in their application. *TECHNOLOGY TRANSFER: INNOVATIVE SOLUTIONS IN MEDICINE*. <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/710/1/14.pdf>

304. A.M. Antonenko, O.P. Vavrinevich, S.T. Omelchuk, Shpar B., V.G. Bardov, Novohatska O., Zinchenko T., Tkachenko S. (2019). Substantiation of

necessity for monitoring in the environmental objects of avermectin insecticides considering their possible impact on the thyroid gland. Public Health Forum, V (XIII), 1 (48), 59.

305. A.M. Antonenko, O.P. Vavrinevych, S.T. Omelchuk, B.I. Shpak, Korshun M.M.(2019). Improvement of the monitoring system in the environment of pesticides affecting thyroid gland. *Довкілля та здоров'я*, 4 (93), 13-17.

306. Вавріневич О.П. (2020). Удосконалення системи моніторингу різних груп та хімічних класів пестицидів у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового використання. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю: «Екологічні проблеми сфери життєдіяльності людини», м. Київ.

307. Сирота А.В., Омельчук С.Т., Вавріневич О.П. (2020). Гігієнічне обґрунтування критерії відбору лімітуючих компонентів при застосуванні препаратів з діючими речовинами однонаправленої дії. International scientific and practical conference “New trends and unresolved issues of preventive and clinical medicine”/ September 25-26, 2020. Part 2. Lublin, Republic of Poland. 2020. P. 212-215

308. Білоус О.С., Вавріневич О.П. Рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування стандартів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. Київ: Рішення вченої ради Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Протокол № 2 від 27.09.2023 р.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

(* – особистий внесок здобувача)

Статті у фахових виданнях, затверджених МОН України:

1. Білоус , О., & Вавріневич , О. (2022). Прогнозування гострих отруєнь у працівників сільського господарства при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 134(4), 80-86. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(134\).2022.80-86](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(134).2022.80-86)

*(*Дисертанткою проведені збір та аналіз даних літератури, розрахунок коефіцієнту можливого інгаляційного впливу, коефіцієнту вибіркової дії пестицидів при інгаляційному впливі та коефіцієнту вибіркової дії пестицидів при дермальному впливі для досліджуваних діючих речовин та препаративних форм на їх основі, аналіз та узагальнення отриманих результатів, статистична обробка результатів дослідження, підготовлено статтю до друку).*

2. Білоус , О. (2023). Гігієнічна оцінка умов праці та індексів небезпеки для осіб, задіяних при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в умовах особистих селянських господарств. *Український науково-медичний молодіжний журнал*, 141(3), 79-87. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.79-87), 141(3), 79-87. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.79-87)

*(*Дисертанткою проведені збір та аналіз даних літератури, оцінка умов праці, осіб задіяних при застосування пестицидів на ягідних і баштанних культура, розрахунок індексів небезпеки досліджуваних діючих речовин та препаративних форм на їх основі, аналіз та узагальнення отриманих результатів, статистична обробка результатів дослідження, підготовлено статтю до друку).*

Стаття у фаховому виданні за кордоном:

3. Bilous, O. S., Vavrinevych, O. P., Omelchuk, S. T., Aleksiiichuk, V. D., & Syrota, A. I. (2023). PROFESSIONAL RISKS FOR AGRICULTURAL

PERSONNEL TREATING BERRIES AND MELON CROPS WITH PESTICIDES. *Wiadomosci lekarskie* (Warsaw, Poland : 1960), 76(4), 831–837. <https://doi.org/10.36740/WLek202304120> (*Дисертанткою проведено гігієнічну оцінку умов праці для осіб, задіяних при застосуванні пестицидів на ягідних та баштанних культурах в умовах агропромислового сектору, розраховано величини професійного ризику, здійснено статистичну обробку результатів та їх узагальнення, оформлено статтю) (проіндексовано Scopus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Білоус, О. С., & Вавріневич, О.П. (2022). Оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні фунгіцидів різних класів на ягідних та баштанних культурах. *«Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини»* (с. 30–33). (*Дисертантка приймала участь у вивченні проблеми, статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, підготовці тез до друку).

2. Білоус, О. С., & Вавріневич, О. П. (2022). Гігієнічна оцінка можливості виникнення гострих отруєнь при застосуванні гербіцидів на ягідних та баштанних культурах. *«New trends and unsolved issues in medicine»* (с. 267–269). DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-226-5-70> (*Дисертантка приймала участь у вивченні проблеми, статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, підготовці тез до друку).

3. Білоус, О. С., & Вавріневич, О. П. (2022). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів на ягідних та баштанних культурах у промисловому секторі України. *«Українські медичні вісті»*, 14 № 3–4 (92–93) (с. 130). (*Дисертантка здійснила розрахунки професійного ризику, приймала участь у статистичній обробці отриманих результатів та їх узагальненні, у підготовці тез до друку).

4. Білоус, О. С. (2022). Впровадження основ оцінки ризику для населення при споживанні плодів ягідних та баштанних культур, вирощених із застосуванням гербіцидів у викладання дисципліни «Гігієна та екологія». *STEM-*

освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни (с. 22–25). Одеса: Видавничий дім «Гельветика».

5. Білоус, О. С. (2022). Гігієнічна оцінка динаміки вмісту пендиметаліну в полуниці та обґрунтування максимально допустимого рівня в цій культурі. «*Annual Young Medical Scientists' Conference 2022, AYMSConf 2022*» (с. 82–83). (*Дисертанткою вивчено проблему, проведено статистичну обробку отриманих результатів та їх узагальнення, підготовлено тези до друку та виступ на конференції).

6. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П., & Білоус, С. В. (2023). Гігієнічна оцінка ризику забруднення ґрунту залишковими кількостями гербіцидів при застосуванні на ягідних та баштанних культурах. «*Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини*» (с. 57–59). (*Дисертанткою вивчено проблему, проведено статистичну обробку отриманих результатів та їх узагальнення, підготовлено тези до друку та виступ на конференції).

7. Білоус, О. С., Вавріневич, О. П. (2023). Гігієнічна оцінка забруднення ґрунту залишковими кількостями фунгіцидів та оцінка їх стійкості в ґрунті при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах в агропромисловому секторі України. *Multidisciplinary challenges in contemporary science: innovations and collaboration (Poland). International scientific conference.* 289- 293. (*Дисертанткою проведено вивчення проблеми, аналіз отриманих результатів, участь у написанні тез).

Розділ монографії “Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives”

1. Білоус О.С., Вавріневич О.П. (2023). Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур у приватному секторі України. *Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph. 1st ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 156-170.* <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6>

*(*Дисертанткою проведені збір та аналіз даних літератури, здійснене математичне моделювання поведінки досліджуваних пестицидів у ґрунті, оцінено стійкість досліджуваних речовин в об'єктах довкілля, розраховано ризик небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води, за умови їх застосування у приватному секторі, здійснено статистичну обробку результатів, участь у оформленні розділу монографії).*

Інформаційний лист

1. Білоус О.С., Вавріневич О.П. Рекомендації щодо ризик-орієнтованого підходу до обґрунтування стандартів безпечного застосування пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур. Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. Київ: Рішення вченої ради Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Протокол № 2 від 27.09.2023 р. *(*Дисертанткою проведені вивчення проблеми, статистична обробка отриманих результатів та їх узагальнення, підготовка роботи до друку).*