

HYGIENIC SUBSTANTIATION OF SELECTION CRITERIA FOR FUNGICIDES' MONITORING IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF UKRAINE

Vavrinevych O.P.

ГІГІЄНИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ВІДБОРУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ФУНГІЦИДІВ В АГРОПРОМИСЛОВИМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Н

ВАВРИНЕВИЧ О.П.
Національний медичний
університет
ім. О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

Ключові слова:
фунгіциди,
критерії відбору,
ДДД, клас
небезпечності,
стійкість в об'єктах
довкілля,
моніторинг.

нині в Україні актуальним є питання адаптації та гармонізації нормативної бази у сфері застосування пестицидів до міжнародних стандартів, оскільки лише такий підхід забезпечить успішну євроінтеграцію України [1, 2]. Угода про асоціацію між Україною та ЄС має на меті збереження, захист, поліпшення і відтворення якості навколишнього середовища, захист громадського здоров'я та раціональне використання природних ресурсів [3]. Одним із шляхів вирішення цих проблем є удосконалення системи моніторингу застосування пестицидів в агропромисловому комплексі України [4-6].

Мета – гігієнічне обґрунтування критеріїв відбору для проведення моніторингу фунгіцидів в агропромисловому комплексі України.

Матеріали і методи досліджень. Нами використані такі методи: лабораторний та натурний гігієнічні експерименти, фізико-хімічні (хроматографічні), органолептичні, фізичні, математичного моделювання, картографування та статистичного аналізу. Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакета статистичних програми IBM SPSS Statistics Base v.22 та MS Excel (версія 12.0.6425.1000, 2007 р.). При статистичному аналізі отриманих даних використано описативну статистику; порівняння середніх значень змінних здійснювали за допомогою параметричних методів (t-критерію Ст'юдента) за нормального розподілу ознак, що виражені в інтервальної шкалі.

Достовірними вважали відмінності з рівнем значущості понад 95% ($p < 0,05$). Відпо-

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ
ОТБОРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА
ФУНГИЦИДОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ
КОМПЛЕКСЕ УКРАИНЫ

Вавриневич Е.П.

*Национальный медицинский университет
им. А.А. Богомольца, г. Киев, Украина*

Совершенствование системы мониторинга применения пестицидов в агропромышленном комплексе Украины позволит обеспечить охрану окружающей среды, защитить общественное здоровье и рациональное использование природных ресурсов.

Цель – гигиеническое обоснование критериев отбора для проведения мониторинга фунгицидов в агропромышленном комплексе Украины.

Материалы и методы – лабораторный и натуральный гигиенические эксперименты, физико-химические (хроматографические), органолептические, физические, математического моделирования, картографирования и статистического анализа.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных многолетних исследований поведения фунгицидов в почвенно-климатических условиях Украины нами были предложены критерии отбора для проведения мониторинга фунгицидов в различных объектах. Для мониторинга пестицидов в почве рекомендуется учитывать

K_{oc} , ДСД, класс опасности по параметрам токсичности фунгицидов, T_{50} в почве, ИПП и Екотокс; в воде – растворимость в воде, K_{oc} , ДСД, класс опасности по параметрам токсичности фунгицидов, T_{95} в воде, GUS, величину риска поступления пестицидов с водой; в воздухе – давление пара, ДСД, класс опасности по параметрам токсичности фунгицидов, КМИО, КВД, величину профессионального риска; в пищевых продуктах – ДСД, класс опасности по параметрам токсичности фунгицидов, T_{50} в сельскохозяйственном сырье.

Предложено проводить мониторинг фунгицидов при условии, что они соответствуют минимум трем критериям для каждой среды: (вода, почва, воздух, пищевые продукты).

Вывод. Научно обоснованы критерии отбора фунгицидов, которые используют в агропромышленном комплексе Украины, для проведения мониторинга. Их внедрение в работу соответствующих министерств и ведомств позволит сохранить здоровье сельскохозяйственных работников и населения в целом и уменьшить антропогенную нагрузку на объекты окружающей среды.

Ключевые слова: фунгициды, критерии отбора, ДСД, класс опасности, устойчивость в объектах окружающей среды, мониторинг.

відність закону нормального розподілу ознак перевіряли за допомогою метода Шапіро-Уїлка.

Результати та їх обговорення. Зважаючи на те, що нині гостро стоїть питання пострестраційних моніторингових досліджень в Україні, які є обов'язковою складовою контролю над застосуванням пестицидів у країнах ЄС та світі, передусім слід враховувати обсяги застосування хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) у різних регіонах.

Нами проведено аналіз застосування фунгіцидів у різних регіонах України та використано метод картографування (рис.). Отримані результати картографування обсягів застосування фунгіцидів у різних регіонах України показали, що наразі найбільші обсяги їх застосування спостерігаються у Лісостеповій зоні, де переважають чорноземи, сірі лісові та темно-сірі ґрунти, і у Степовій зоні, яка представлена чорноземами та каштановими ґрунтами. Серед областей, на території яких найінтенсивніше використовують фунгіциди останніми роками, провідними є Вінницька, Хмельницька, Черкаська, Одеська, Волинська, Чернівецька та АР Крим.

На поведінку пестицидів в об'єктах довкілля впливають їхні фізико-хімічні властивості (розчинність у воді, коефіцієнт сорбції у ґрунті (K_{oc}), тиск пари тощо). Відповідно SSLRC класифікації [7] за розчинністю у воді більшість фунгіцидів, дозволених до застосування на території України, є нерозчинними або слабозрозчинними у воді, лише 19,8% фунгіцидів мають розчинність у воді понад 100 мг/л. Більшість із зазначених фунгіцидів належить до фунгіцидів класу аніліди, анілінопіримідини, триазоли, ціанопіроли, карбамати та етиленбісдитіокарбамати.

За значенням коефіцієнта сорбції органічним вуглецем (K_{oc}) лише 4,2% фунгіцидів є рухомими у ґрунтовому профілі, проте більшість (66,7%) зареєстрованих фунгіцидів є малорухомими.

Більшість фунгіцидних препаратів, що застосовуються на території України, є нелеткими, лише 18,8% фунгіцидів мають тиск пари $>1 \times 10^{-4}$ мПа і є леткими.



ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

При виборі критеріїв небезпечності пестицидів слід враховувати токсичні властивості. Згідно з чинними методичними підходами оцінку небезпечності пестицидів здійснюють за параметрами токсикометрії та виділяють 4 класи небезпечності [8]. Оцінку потенційного ризику небезпечного впливу пестицидів для населення також проводять з урахуванням величини ДДД, яка є одним з найбільш інтегральних критеріїв небезпечності у разі тривалого надходження до організму людини та враховує можливість виникнення віддалених ефектів дії [9]. Вважається, що пестициди з величиною ДДД $>0,1$ мг/кг – малонебезпечні, $0,1-0,01$ мг/кг – помірно небезпечні, $0,01-0,001$ мг/кг – небезпечні, $<0,001$ мг/кг – надзвичайно небезпечні. Проведений нами аналіз величин ДДД фунгіцидів показав, що 32,3% є небезпечними та надзвичайно небезпечними пестицидами.

Проте проведення порівняльного аналізу токсичних властивостей фунгіцидів різних хімічних класів не повністю дає уяву про небезпеку для всього населення та осіб, які використовують хімічні засоби захисту у процесі виконання виробничих операцій. Для обґрунтування науково-методичних підходів до проведення державного моніторингу при застосуванні фунгіцидів, у т.ч. комбінованих, у сучасному сільськогосподарському виробництві України на наступному етапі досліджень нами було заплановано проведення робіт

□ з прогнозування гострих токсичних ефектів при застосуванні фунгіцидів різних класів;

□ з вивчення та оцінки умов праці робітників з фунгіцидами і оцінки професійного ризику; дослідження динаміки вмісту їх в об'єктах навколишнього се-

редовища і сільськогосподарській сировині та прогнозування безпечності харчових продуктів, вирощених після застосування фунгіцидів різних класів;

□ з розробки науково-методичних підходів щодо нормування та проведення моніторингу пестицидів.

Для оцінки небезпечності повітряного середовища запропоновано використовувати коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО) та вибіркової дії пестициду за інгаляційного надходження (КВД_{інг}) [8, 10]. Нами встановлено, що найменшу небезпеку щодо можливості виникнення гострих інгаляційних отруєнь становлять діючі речовини класу анілінопіримідинів (КМІО $5,1 \times 10^{-11} - 9,1 \times 10^{-7}$), а найбільшу – діючі речовини класу етиленбіс-дитіокарбаматів (КМІО $3,2 \times 10^{-7} - 7,9 \times 10^{-6}$). За показником КМІО усі досліджувані сполуки різних класів фунгіцидів відносять до малонебезпечних пестицидів [11].

За показником КВД_{інг} д.р. класу аніліди (беналаксил-М, боскалід), ціанопіроли (флудіоксоніл), анілінопіримідини (валіфенал), триазоли (пенконазол) мають достатню вибірковість дії, оскільки значення показника визначалися на рівні 100, що вказує на відносну безпечність у разі надходження інгаляційним шляхом. Значення КВД_{інг} діючих речовин класу стробілурини (піракло-стробін, трифлуксестробін, азоксестробін), етиленбіс-дитіокарбамати (метирам, манкоцеб), анілінопіримідини (ципродиніл, піриметаніл), триазоли (дифеноконазол, тебуконазол) перебували у діапазоні (1-99), що вказує на низьку вибірковість дії та досить високу ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів за інгаляційного шляху надходження до

організму працівників. За коефіцієнтом вибіркової дії найменшу небезпеку можливості виникнення гострих токсичних ефектів у людини у разі надходження речовини інгаляційним шляхом становлять д.р. класу аніліди (КВД_{інг} 198,1-987,7), а найбільшу – етилен-біс-дитіокарбамати (КВД_{інг} 26,6-32,2) [12].

Оцінка професійного ризику при застосуванні фунгіцидів різних класів показала, що величини ризику при застосуванні триазолів, стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів, анілідів для обробки культур шляхом штангового, вентиляторного та ранцевого обприскування при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру становлять $2,14 \times 10^{-2}$ – $5,753 \times 10^{-1}$, $2,61 \times 10^{-2}$ – $5,0 \times 10^{-2}$, $4,19 \times 10^{-2}$ – $9,808 \times 10^{-1}$, $3,41 \times 10^{-2}$ – $4,33 \times 10^{-2}$, $1,5 \times 10^{-3}$ – $9,253 \times 10^{-2}$, $1,65 \times 10^{-2}$ – $8,141 \times 10^{-1}$ відповідно, що не перевищує 1, тобто є допустимим і вказує на задовільні умови праці [13].

Результати натурних досліджень, проведених у ґрунтово-кліматичних умовах України, дозволили нам здійснити математичне моделювання результатів натурних досліджень та розрахувати період напівруйнації досліджуваних сполук у

ґрунті (T_{50}). Статистична обробка отриманих результатів показала, що T_{50} у ґрунті речовин одного хімічного класу не відрізнялися, що дало змогу розрахувати середній показник T_{50} для класу триазолів ($31,6 \pm 0,6$) діб, стробілуринів – ($11,5 \pm 0,6$) діб, етилен-біс-дитіокарбаматів – ($7,33 \pm 0,2$) діб, ціанопіролів – ($14,1 \pm 0,4$) діб, анілідів – ($11,7 \pm 1,2$) діб, анілінопіримідинів – ($11,7 \pm 0,6$) діб [14].

Отримані результати свідчать про те, що особливості хімічної структури і фізико-хімічні властивості досліджуваних речовин одного хімічного класу не впливають на швидкість їхнього метаболізму у ґрунті. Також отримані дані вказують на те, що найбільш стійкими в об'єктах агроценозу виявилися триазоли. Розбіжності значень T_{50} триазолів у ґрунті порівняно зі стійкістю фунгіцидів інших класів достовірні ($p < 0,05$).

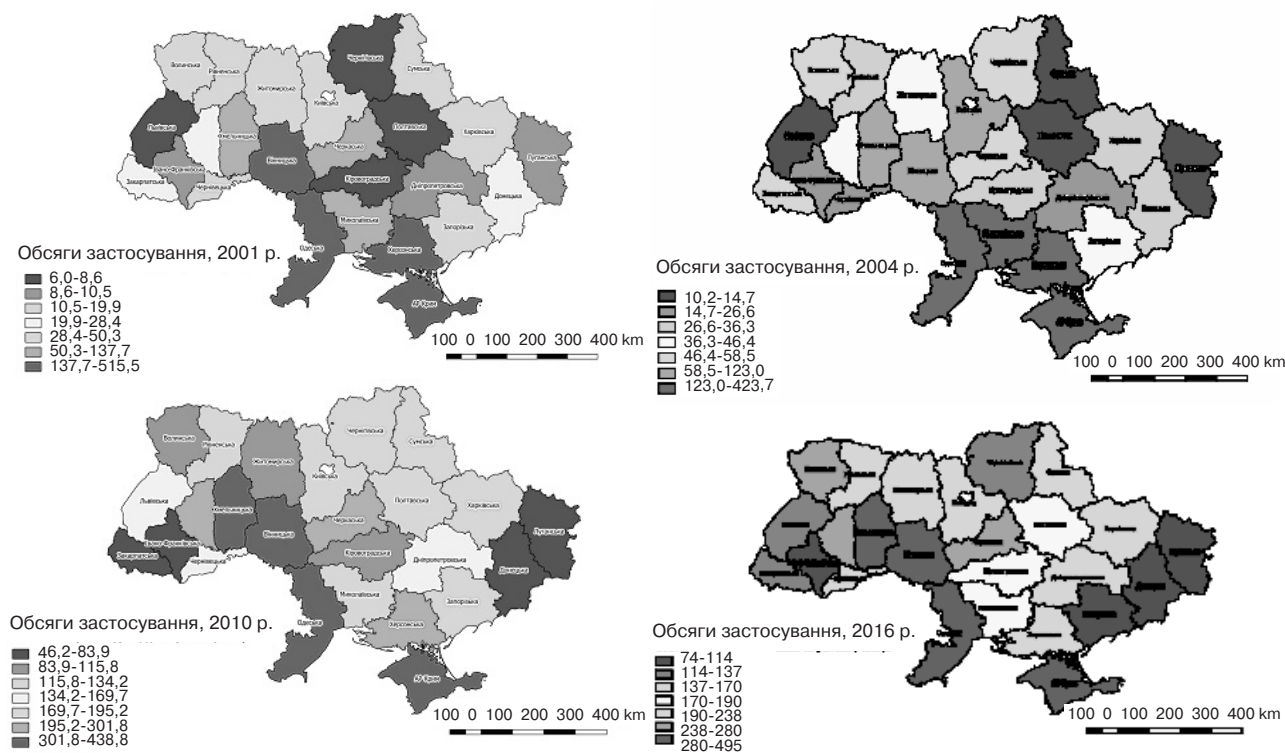
Зважаючи на те, що найбільш стійкими у ґрунті є сполуки класу триазоли порівняно з фунгіцидами інших класів та враховуючи той факт, що у структурі асортименту фунгіцидів ці сполуки складають найбільшу частку (близько 30%), доцільно проводити контроль цих сполук у ґрунті у регіонах з інтенсивним веденням сільськогосподарського виробництва.

Оцінку ступеня забруднення ґрунту здійснювали за індексом персистентності пестицидів (ІПП). Встановлено, що рівень забруднення ґрунту фунгіцидами класу стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів, анілідів є безпечним, за винятком триазолів, оскільки значення ІПП було ні рівні < 5 . При застосуванні фунгіцидів класу триазоли ґрунт помірно безпечний. Порівняльна оцінка індексів персистентності пестицидів показала, що найбільшу небезпеку мають фунгіциди класу триазолів та етилен-біс-дитіокарбаматів, найменшу – сполуки класу стробілуринів та анілідів.

Важливо враховувати міграційні властивості хімічних сполук у ґрунті не лише за показником K_{oc} та ІПП, оскільки для хімічних сполук, які тривало зберігаються у ґрунті, за високого значення K_{oc} можливе їх переміщення через поверхневий стік з частками ґрунту. Для оцінювання потенціалу вилугування пестицидів або винесення їх з поверхневим стоком використовують також характеристики розчинності пестицидів у воді та їхню стійкість у ґрунті (T_{50}). Саме індекс потенційного вимивання (GUS), який враховує K_{oc} та T_{50} у ґрунті, дає

Рисунок

Обсяги застосування фунгіцидів по областях України у період з 2001 по 2016 рік (тонн)



HYGIENIC SUBSTANTIATION OF SELECTION CRITERIA FOR FUNGICIDES' MONITORING IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF UKRAINE

Vavrinevych O.P.

National O.O. Bohomolets Medical University, Kyiv, Ukraine

Improvement of the pesticides' monitoring system in the agro-industrial complex of Ukraine will ensure the preservation of the environment, protection of public health, and rational use of natural resources.

Objective: *We performed a hygienic substantiation of the selection criteria for fungicides' monitoring in the agro-industrial complex of Ukraine.*

Materials and methods: *We used the following methods: laboratory and full-scale field hygienic experiments, a method of statistical analysis, and physico-chemical (chromatographic), organoleptic, physical, mathematical modeling, mapping ones.*

Results and discussion: *On the basis of long-term research of fungicides' behaviour under soil-climatic conditions we have proposed selection criteria for the fungicides' monitoring in various objects. To monitor pesticides in soil it was recommended*

to take into account K_{oc} , ADI, the hazard class by fungicides toxicity, 50 in soil, IPP and Ecotox in soil; in water – solubility in water, K_{oc} , ADI, the hazard class by fungicides toxicity, 95 in water, GUS, the risk magnitude of water contamination by pesticides; in the air – vapour pressure, ADI, the hazard class by fungicides' toxicity, CIPP, occupational risk; in food – ADI, the hazard class by fungicides' toxicity, τ_{50} in the agricultural raw materials.

The monitoring of the fungicides was proposed to perform if the pesticides met at least three of listed criteria for each environment: water, soil, air, food.

Conclusions: *The criteria for the selection of fungicides, applied in the agro-industrial complex of Ukraine for the purpose of monitoring, were scientifically substantiated. Their implementation into the work of the appropriate ministries and departments will allow to preserve the health of agricultural workers and population on the whole and to reduce the anthropogenic burden on the environmental objects.*

Keywords: *fungicides, selection criteria, ADI, hazard class, persistence in environmental objects, monitoring.*

зможу прогнозувати можливість міграції пестицидів у ґрунтові води.

Прогнозування можливості міграції досліджуваних сполук у ґрунтові води за індексом GUS показало, що аніліди та анілінопіримідини ймовірно не вимиваються у ґрунтові води, оскільки значення GUS у ґрунтово-кліматичних умовах України були $< 1,8$.

Проте вказаний індекс GUS має низку недоліків. По-перше, для речовин з коротким періодом напівруйнації і/або великими значеннями коефіцієнта сорбції органічним вуглецем (K_{oc}) виходять від'ємні значення показника. По-друге, за даним показником можна оцінити проникнення пестициду у ґрунтові води, проте неможливо дати достовірну оцінку його шкідливої дії на організм людини у разі споживання такої води.

Порівняння екотоксикологічного ризику фунгіцидів різних класів за показником Екотокс показало, що найнижчу екотоксичність мають анілінопіримідини – на 4-5 порядків нижче, ніж ДДТ. З точки зору екотоксикологічної небезпеки для біоценозів найбільшу небезпечність мають фунгіциди класу етиленбіс-дитіокарбаматів – на 3-4 порядки нижче, ніж ДДТ.

Порівняльний аналіз екотоксикологічної небезпеки д.р. різних класів показав, що за ступенем небезпеки для навколишнього середовища досліджувані фунгіциди можна розта-

шувати у такому порядку: стробілурини ($E \leq 1,7 \times 10^{-4}$) $<$ ціанопіроли ($E \leq 2,0 \times 10^{-4}$) $<$ аніліди ($E \leq 3,0 \times 10^{-4}$) $<$ анілінопіримідини ($E \leq 6,3 \times 10^{-4}$) $<$ триазоли ($E \leq 7,0 \times 10^{-4}$) $<$ етиленбіс-дитіокарбамати ($E \leq 9,5 \times 10^{-4}$).

Для оцінки небезпечності пестицидів у воді слід враховувати їхню стійкість у воді згідно з чинною в Україні гігієнічною класифікацією [8]. Проведений аналіз стійкості фунгіцидів різних класів у воді та у системі вода-осад показав, що 32,3% фунгіцидів є високостійкими та стійкими сполуками.

При вирішенні питання моніторингових досліджень щодо вмісту пестицидів цієї групи у воді враховувати лише клас небезпечності за параметрами стійкості у воді недостатньо. Оскільки при прогнозуванні ризику небезпечного впливу пестицидів на організм людини слід враховувати, що на швидкість міграції та глибину проникнення ХЗР впливають не лише їхні фізико-хімічні властивості та швидкість руйнації, а й норми витрат речовин, що вносяться у ґрунт. Тому важливо здійснювати комплексну оцінку ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту у ґрунтові води.

Фахівцями Інституту гігієни та медичної екології було розроблено метод комплексної оцінки ймовірного негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні із ґрунту у ґрунтові води, який базується

на встановленні максимально можливого добового надходження пестициду з водою (ММДНВ) та подальшому порівнянні з допустимим добовим надходженням пестициду з водою (ДДНВ) [11].

Результати розрахунків показали, що добове надходження досліджуваних фунгіцидів до організму людини за максимально можливої в умовах України їх концентрації у ґрунтовій воді на 2-6 порядків нижчий за допустиме добове надходження з водою. За максимальних норм витрат досліджуваних фунгіцидів у різних ґрунтово-кліматичних умовах України ризик небезпечного впливу на організм людини допустимий за показником ММДНВ.

Нами було проведено ранжування фунгіцидів досліджуваних класів за небезпечністю для людини з урахуванням показника ММДНВ та встановлено, що найбільш небезпечними є сполуки класу етиленбіс-дитіокарбаматів – метирам і манкоцеб. Це можна пояснити їхніми великими нормами витрат та кратністю обробок. Друге місце за небезпечністю посідають сполуки класу триазолів та анілінопіримідинів, третє – ціанопіролів. Найменшу небезпеку для людини становлять сполуки класу стробілуринів.

Математична обробка результатів, отриманих у ході натурального експерименту з вивчення динаміки залишкових кількостей фунгіцидів різних

класів показала, що у ґрунтово-кліматичних умовах України процес їх розкладання у зеленій масі рослин та плодах підкорявся експоненціальній залежності. За фактичними даними нами було розраховано константи швидкості руйнації (k), встановлено T_{50} та T_{95} фунгіцидів різних класів.

У зеленій масі рослин діючі речовини класу триазолів розкладалися зі швидкістю (T_{50}) $(13,2 \pm 0,9)$ діб, класу стробілуринів – $(3,9 \pm 0,4)$ діб, класу етилен-біс-дитіокарбаматів – $(3,8 \pm 0,2)$ діб, класу ціанопіролів – $(6,6 \pm 0,5)$ діб, класу анілідів – $(11,6 \pm 1,4)$ діб, класу анілінопіримідинів – $(5,7 \pm 0,6)$ діб.

У плодах середнє значення T_{50} діючі речовини класу триазолів складало для дифеноконазолу, тебуконазолу $(12,2 \pm 1,1)$ діб, пенконазолу – $(17,5 \pm 0,9)$ діб, класу стробілуринів – $(6,8 \pm 0,5)$ діб, класу етилен-біс-дитіокарбаматів – $(6,7 \pm 0,2)$ діб, класу ціанопіролів – $(8,1 \pm 0,4)$ діб, класу анілідів – $(16,1 \pm 1,8)$ діб, класу анілінопіримідинів – $(7,9 \pm 0,2)$ діб.

Аналіз отриманих результатів показав, що фунгіциди усіх досліджуваних класів розкладались у зеленій масі рослин

швидше, ніж у плодах та ґрунті.

Відповідно до гігієнічної класифікації пестицидів за критерієм стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах д.р. класу триазолів та анілідів віднесено до небезпечних сполук (II клас небезпечності), д.р. класу стробілуринів, етилен-біс-дитіокарбаматів, ціанопіролів, анілінопіримідинів – до III класу (помірно небезпечні сполуки).

На підставі проведених багаторічних досліджень поведінки фунгіцидів у ґрунтово-кліматичних умовах нами було запропоновано критерії відбору для проведення моніторингу фунгіцидів (табл.).

Для моніторингу пестицидів у ґрунті рекомендовано враховувати K_{oc} , ДДД, клас небезпечності за параметрами токсичності фунгіцидів, T_{50} у ґрунті, ІПП та Екотокс; у воді – розчинність, K_{oc} , ДДД, клас небезпечності за параметрами токсичності фунгіцидів, T_{50} у воді, GUS, величина ризику надходження пестицидів з водою; у повітрі – тиск пари, ДДД, клас небезпечності за параметрами токсичності фунгіцидів, КМІО, КВД, величина професійного ризику; у харчових продуктах –

ДДД, клас небезпечності за параметрами токсичності фунгіцидів, T_{50} у сільськогосподарській сировині.

Запропоновано проводити моніторинг фунгіцидів відповідно мінімум трьом критеріям для кожного середовища: вода, ґрунт, повітря, харчові продукти.

Висновок

Науково обґрунтовано критерії відбору фунгіцидів, які використовують в агропромисловому комплексі України, для проведення моніторингу. Їх впровадження у роботу МОЗ України, Державної служби України з питань праці, Держпродспоживслужби України, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства аграрної політики та продовольства України дозволить зберегти здоров'я сільськогосподарських працівників і населення загалом, зменшити антропогенне навантаження на об'єкти довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу: Закон України № 3668-VI. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1629-15>.

Таблиця

Критерії відбору для проведення моніторингу фунгіцидів

Показник небезпечності	Критерій відбору	Об'єкт контролю
Регіональне пестицидне навантаження		
Обсяги застосування у регіоні, кг/га	>0,3	Вінницька, Хмельницька, Одеська, Черкаська, Волинська, Чернівецька обл.
Фізико-хімічні властивості		
Тиск пари, мПа	>1410-4	повітря
Розчинність у воді, мг/л	>100	вода
Коефіцієнт сорбції у ґрунті (K_{oc})	<75/>500	вода/ґрунт
Токсикологічна небезпечність		
Клас небезпечності	I-II клас	повітря, вода, ґрунт, харчові продукти
Допустима добова доза (ДДД), мг/кг	<0,01	повітря, вода, ґрунт, харчові продукти
Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КМІО)	>2,0	повітря
Коефіцієнт вибіркової дії (КВД)	<99	повітря
Професійний ризик (комплексний, комбінований)	>1	повітря
Стійкість в об'єктах довкілля та екотоксикологічна небезпечність		
Період напівруйнації (T_{50}) у ґрунті, діб	>30	ґрунт
Індекс персистентності пестицидів (ІПП)	>20	ґрунт
Екотоксикологічна небезпека (Екотокс)	>0,4	ґрунт
T_{95} у воді, діб	>10	вода
Індекс потенційного вимивання (GUS)	>1,8	вода
Ризик надходження пестицидів з водою при їх вимиванні із ґрунту у ґрунтові води	>1	вода
T_{50} у сільськогосподарській сировині, діб	>14	харчові продукти

2. Про схвалення розроблених Міністерством охорони здоров'я планів імплементації деяких актів законодавства ЄС : Розпорядження № 1141-р. від 26.11.2014. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1141-2014-p>.

3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: Закон № 1678-VII від 16.09.2014. URL : http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984_011.

4. Проданчук М.Г., Корецький В.Л., Орлова Н.М. Соціально-гігієнічний моніторинг – важливий механізм управління громадським здоров'ям населення України. *Україна. Здоров'я нації*. 2007. № 2. С. 93-96.

5. Тимошина Д.П. Показатели профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости в проблеме химической безопасности трудоспособного населения. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2011. № 1 (23). С. 37-48.

6. Бабиенко В.В., Михайленко В.Л., Герасименко Е.А. Соціально-гігієнічний моніторинг здоров'я дитячого населення юга України (на прикладі Одеської області). *Журнал Гродненського державного медичного університету*. 2015. № 2. С. 81-83.

7. SSLRC Classification: Classification of Mobility / Soil Survey and Land Research Centre. Cranfield University, UK ; 1998. URL : <http://www.cranfield.ac.uk/sslrc/>

8. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності : ДСанПіН 8.8.1.002-98. Затв. 28.08.98. Київ : МОЗ України, 1998. 20 с.

9. Кавецький В.М., Макаренко Н.А. Екоотоксикологія та критерії якості навколишнього середовища. *Агроекологія і біотехнологія*. 1998. № 2. С. 65-69.

10. Сергеев С.Г., Чайка Ю.Г. Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия. *Современные проблемы токсикологии*. 2008. № 4. С. 29-31.

11. Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Kor-

shun M.M. Prediction of pesticide risks to human health by drinking water extracted from underground sources. *Georgian Medical News*. 2015. № 7-8 (244-245). P. 99-106.

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

13. Вавриневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. Порівняльна гігієнічна оцінка потенційного ризику для працюючих при застосуванні фунгіцидів різних класів. *Лікарська справа=Врачеб. дело*. 2013. № 3-4. С. 130-138.

14. Вавриневич Е.П., Бардов В.Г., Омельчук С.Т. Сравнительная эколого-гигиеническая оценка поведения и персистентности фунгицидов разных классов в почве. *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр.* Минск : РНМБ, 2014. Вып. 24. С. 138-143.

REFERENCES

1. Pro Zahalnoderzhavnu prohramu adaptatsii zakonodavstva Ukrainy do zakonodavstva Yevropeiskoho Sooiuzu : Zakon Ukrainy № 3668-VI [On the State Program for Adaptation of Ukrainian Legislation to the Legislation of the European Union]. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1629-15> (in Ukrainian)

2. Pro skhvalennia rozroblenykh Ministerstvom okhorony zdorovia planiv implementatsii deiakykh aktiv zakonodavstva YeS : Rozporiadzhennia № 1141-p. vid 26.11.2014 [On the Implementation of the Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand]. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1141-2014-p>. (in Ukrainian)

3. Uhoda pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odniiei storony, ta Yevropeiskym soiuzom, Yevropeiskym spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnimy derzhavamy-chlenamy, z inshoi storony : Zakon Ukrainy № 1678-VII vid 16.09.2014 [Association

Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand]. URL : http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984_011. (in Ukrainian)

4. Prodanchuk M.H., Koretskyi V.L. and Orlova N.M. *Ukraina. Zdorovia natsii*. 2007 ; 2 : 93-96 (in Ukrainian)

5. Timoshina D.P. *Aktualni problemy transportnoi medytsyny*. 2011 ; 1(23) : 37-48 (in Russian)

6. Babienko V.V., Mikhailenko V.L. and Gerasimenko E.A. *Journal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2015 ; 2 : 81-83 (in Russian)

7. SSLRC Classification: Classification of Mobility / Soil Survey and Land Research Centre. Cranfield University, UK ; 1998. URL : <http://www.cranfield.ac.uk/sslrc/>

8. Hihienichna klasyfikatsiia pestytsydiv za stupenem nebezpechnosti : DSanPiN 8.8.1.002-98 [Hygienic Classification of Pesticides by Hazard : DSanPiN 8.8.1.002-98]. Kyiv ; 1998 : 20 p. (in Ukrainian)

9. Kavetskyi V.M. and Makarenko N.A. *Ahroekolohiia i biotekhnolohiia*. 1998 ; 2 : 65-69 (in Ukrainian)

10. Sergeev S.G. and Chaika Yu.G. *Sovremennye problemy toksikologii*. 2008 ; 4 : 29-31 (in Russian)

11. Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Korshun M.M. *Georgian Medical News*. 2015 ; 7-8 (244-245) : 99-106.

12. Vavrinevich E.P. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*. 2014 ; 3 (40) : 83-90 (in Russian)

13. Vavrinevich O.P., Omelchuk S.T. and Bardov V.G. *Likarska sprava=Vrachebnoe delo*. 2013 ; 3-4 : 130-138 (in Ukrainian)

14. Vavrinevich E.P., Bardov V.G. and Omelchuk S.T. Sravnitelnaia ekologo-gigienicheskaia otsenka povedeniia i persistentnosti fungitsidov raznykh klassov v pochve [Comparative Ecological and Hygienic Evaluation of Behavior and Stability of Different Classes' Pesticides in Soil]. In : *Zdorovie i okruzhaiushchaia sreda : sb. nauch. tr. [Health and Environment]*. Minsk ; 2014 ; 24 : 138-143 (in Russian)

Надійшла до редакції 17.11.2018