



*Л. Іванова, Т. Яструб, С. Сергєєв, О. Багацька, Н. Колонтасєва,
В. Лишаєвський*

Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУРАХ

РЕЗЮМЕ. Рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про заходи щодо підвищення рівня хімічної безпеки на території України», що введено в дію Указом Президента України № 104/2021, передбачає вдосконалення вимог щодо порядку розміщення на ринку засобів захисту рослин (ЗЗР) з урахуванням європейських підходів та світових практик. Важливою частиною цього порядку є дослідження залишків ЗЗР для встановлення медико-санітарних нормативів та забезпечення хімічної безпеки використання продовольчої сировини і споживання продуктів харчування, отриманих із застосуванням ЗЗР.

Мета. Узагальнення та наукове обґрунтування основних принципів проведення досліджень з визначення залишкових кількостей (ЗК) діючих речовин (ДР) ЗЗР у сільськогосподарських (с/г) культурах, вирощених із їхнім застосуванням.

Матеріали та методи. Нормативні, наукові та методичні документи з організації досліджень ЗК ДР ЗЗР у с/г культурах, що регулюють сферу реєстрації ЗЗР та діють в Україні та ЄС. Експертно-аналітичні методи.

Результати та висновки. На основі проведеного аналізу релевантних документів узагальнено основні підходи та науково обґрунтовано принципи проведення польових досліджень. При випробуваннях ЗЗР мають бути враховані властивості досліджуваної ДР ЗЗР та с/г культури, відтворені реальні умови та особливості застосування ЗЗР, що можуть призвести до виявлення максимально можливих ЗК ДР ЗЗР у досліджуваній с/г сировині після обробки ЗЗР. Використання запропонованих підходів до планування досліджень забезпечить оптимізацію процедури польових випробувань ЗЗР, формування достатнього набору даних, а також подальшу адекватну інтерпретацію отриманих результатів для обґрунтування проєктів медико-санітарних нормативів – максимально допустимих рівнів (МДР) в с/г сировині, отриманій із застосуванням ЗЗР та строків очікування до збору врожаю сільськогосподарських культур у сільському господарстві України.

Ключові слова: засоби захисту рослин, залишкові кількості, сільськогосподарські культури, схема досліджень.

L. Ivanova, T. Yastrub, S. Sergeiev, O. Bagatska, N. Kolontaieva, V. Lyshavskiy

*"L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety,
Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)", Kyiv, Ukraine*

BASIC PRINCIPLES OF FIELD TRIALS FOR THE RESIDUES DETERMINATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS IN CROPS

ABSTRACT. The Decision of the National Security and Defence Council of Ukraine 'On Measures to Improve Chemical Safety in Ukraine', enacted by Presidential Decree No. 104/2021, provides for the improvement of requirements for the procedure for placing plant protection products (PPPs) on the market, taking into account European approaches and international practices. An important part of this procedure is the study of PPPs residues to establish health standards and ensuring chemical safety of the use of food raw materials and consumption of food products obtained with the use of PPPs.

Aim. To summarize the basic principles and scientific substantiation of approaches to improving the research scheme for determining the residues of active substances (a.s.) of PPPs in agricultural crops grown with their application.

Materials and Methods. Regulatory and legal acts governing the registration of PPPs, regulatory, scientific and methodological documents in force in Ukraine and the EU on the organization of research on the a.s. of PPPs residues in crops treated with PPPs. Expert and analytical methods.

Results and Conclusions. *The basic principles and scientifically based approaches to optimizing the scheme of field trials to determine the residues of PPPs in crops grown with their use are summarized. When testing PPPs, the properties of the active substances and the crop under study should be taken into account, the real conditions and peculiarities of PPPs application should be reproduced, which may lead to the detection of the maximum possible active substances of PPPs residues in the agricultural raw materials under study after PPPs application. The use of the proposed approaches to research planning will ensure optimization of the procedure for field trials of PPPs, formation of a sufficient set of data, as well as further adequate interpretation of the results obtained to substantiate the health standards - maximum residues levels (MRL) in agricultural raw materials obtained with the use of PPPs and waiting periods for harvesting crops in Ukrainian agriculture.*

Keywords: *plant protection product, residues, crops, research design*

Вступ. Рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про введення в дію Ради національної безпеки і оборони України "Про заходи щодо підвищення рівня хімічної безпеки на території України", що введено в дію Указом Президента України № 104/2021 [1], започаткувало виконання вимог щодо удосконалення науково-методичних підходів щодо вивчення, оцінки та управління ризиком впливу ЗЗР.

Мета роботи. Наукове обґрунтування схеми досліджень з визначення залишкових кількостей (ЗК) діючих речовин (ДР) ЗЗР в сільськогосподарських (с/г) культурах, вирощених із їх застосуванням.

Методи. Проведено узагальнення вітчизняних та міжнародних нормативно-методичних та наукових документів, щодо планування польових досліджень з визначення ЗК ДР засобів захисту рослин у оброблених сільськогосподарських культурах для подальшого обґрунтування медико-санітарних нормативів – максимально допустимих рівнів (МДР) ДР в с/г сировині та продукції і строків очікування до збору врожаю [2-22].

Результати та обговорення. Польові дослідження ЗЗР у сільському господарстві України проводяться в рамках державних випробувань уповноваженими науково-дослідними установами відповідно до сфери їхньої компетенції та галузі акредитації з метою розробки умов ефективного та безпечного застосування за призначенням.

Дана стаття розглядає один із важливих розділів польових досліджень. Його мета — медико-санітарна оцінка небезпечності (ризик) надходження ЗК ДР ЗЗР та їх небезпечних метаболітів до організму людини з харчовими продуктами рослинного походження для обґрунтування медико-санітарного нормативу – МДР ДР в с/г сировині та продуктах її переробки, а також умов у застосування, що гарантують безпеку для здоров'я людини споживання с/г продукції, вирощеної із застосуванням ЗЗР, отримання дозволу на реєстрацію та застосування ЗЗР в Україні.

Відповідно до мети необхідно проводити дослідження, спрямовані на вирішення таких завдань [4]:

- визначити діапазон вмісту (динаміку) ЗК ДР ЗЗР та її метаболітів у пробах досліджуваної с/г культури на різних стадіях її розвитку (періодів вегетації);
- виміряти рівні ЗК ДР в с/г сировині в період стиглості (збору врожаю) і, за необхідності, в продуктах її переробки;

Introduction. The Decision of the National Security and Defence Council of Ukraine on measures to increase the level of chemical safety in the territory of Ukraine, put into effect by Decree of the President of Ukraine No. 104/2021 [1], initiated the implementation of requirements for improving scientific and methodological approaches to studying, assessing and managing the risk of exposure to plant protection product (PPP).

Aim. Scientific substantiation of the research scheme for determining residual quantities (RQ) of active substances (AS) of PPPs in agricultural crops grown with their use.

Methods and Materials. A generalization of domestic and international regulatory, methodological and scientific documents was carried out regarding the planning of field studies to determine the plant protection products AS RQ in treated agricultural crops for further substantiation of medical and sanitary standards – maximum permissible levels (MPLs) of the active substance in agricultural raw materials and products and waiting periods before harvesting [2–22].

Results and Discussion. Field studies of PPPs in agriculture of Ukraine are carried out within the framework of State Tests by authorized scientific and research institutions in accordance with their sphere of competence and field of accreditation in order to develop conditions for their effective and safe application with intended purpose.

This article considers one of the important sections of field research. Its purpose is to conduct a medical and sanitary assessment of the danger (risk) of the entry of residual quantities of PPP AS and their dangerous metabolites into the human body with food products of plant origin to substantiate the medical and sanitary standard – AS MPL in agricultural raw materials and products of its processing. The conditions of application that guarantee the safe consumption of agricultural products grown with the use of PPP, obtaining permission for registration and use of PPP in Ukraine are also considered. Therefore, to achieve the goal, it is necessary to conduct research aimed at solving the following tasks [4]:

- to determine the range of content (dynamics) of the residual quantities of the PPP AS and its metabolites in samples of the studied agricultural crop at different stages of its development (vegetation periods);
- measure the AS RQ levels in agricultural raw materials during the ripening period (harvest) and, if necessary, in the products of their processing;

- вивчити особливості метаболізму ДР у дослідній с/г культурі і визначити основні компоненти ЗК (вихідної сполуки та її небезпечних метаболітів);
- вивчити швидкість розпаду/деградації ДР ЗЗР, розрахувати період напіврозпаду в досліджуваній с/г культурі (і окремих її частинах) протягом періоду вегетації та встановити клас небезпечності досліджуваної ДР ЗЗР за показником «стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах» згідно з діючою гігієнічною класифікацією пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98);
- оцінити небезпечність (ризик) впливу ДР на людину за потенційного надходження з харчовим раціоном;
- обґрунтувати медико-санітарні нормативи безпечного застосування ЗЗР (МДР ДР і строк очікування до збору врожаю с/г культури).

Об'єктом медико-санітарних досліджень в рамках державних випробувань ЗЗР є небезпечність (ризик) впливу ДР ЗЗР (вихідної сполуки та/або її небезпечних метаболітів) на людину при потенційному надходженні з харчовими продуктами рослинного походження.

Предмет дослідження — тест-об'єкт (ТО) – ДР ЗЗР, небезпечні метаболіти ДР та їх масові концентрації в тест-системі, яка використовується [5].

Тест-система (ТС) – це с/г культура(и), с/г сировина, продукти харчування рослинного походження, продукти їх переробки (окремо або в комбінації). Будь-який матеріал, взятий з тест-системи для вивчення, аналізу або зберігання – це проба (зразок) [5].

З метою впровадження сучасної методології польових досліджень у частині вивчення ЗК ДР ЗЗР у оброблених ними сільськогосподарських культурах розглянемо процедуру випробувань, їх планування, визначення обсягу досліджень, основну та супутню інформацію, яка буде впливати на якість та результати випробувань.

Процедура польових випробувань ЗЗР складається з таких етапів:

- I. Розробка плану проведення досліджень.
- II. Обробка с/г культур(и) досліджуваним ЗЗР на випробувальній (дослідній) ділянці (полі).
- III. Відбір зразків (проб) с/г культури (сировини), вирощеної після обробки ЗЗР.
- IV. Дослідження щодо оцінки впливу на органолептичні властивості с/г сировини.
- V. Хіміко-аналітичне визначення вмісту ЗК ДР ЗЗР у відібраних пробах.
- VI. Експертно-аналітичний аналіз одержаних результатів та обґрунтування (або підтвердження) медико-санітарних нормативів (МДР, строків очікування до збору врожаю) безпечного застосування ЗЗР на досліджуваній(их) с/г культурі(ах) та/або продуктах переробки.

- to study the features of the metabolism of the AS in the experimental agricultural culture and determine the main components of the RQ (the parent compound and its dangerous metabolites);

- to study the rate of decay/degradation of PPP AS, calculate the half-life in the studied agricultural crop (its individual parts) during the vegetation period and establish the hazard class of the studied PPP AS according to the stability in vegetating agricultural crops indicator in accordance with the current hygienic classification of pesticides by hazard level (DSanPiN 8.8.1.002-98);

- assess the danger (risk) of the impact of AS on humans due to potential intake with food;

- to substantiate the medical and sanitary standards for the safe use of pesticides (AS MPL and the waiting period before harvesting agricultural crops).

The object of medical and sanitary research within the framework of State Tests of PPPs is the danger (risk) of the impact of PPP AS (the parent compound and/or its dangerous metabolites) on humans with potential ingestion with food products of plant origin.

The subject of the study is the test object (TO) – the active substance of the plant protection product, the dangerous metabolites of the AS and their mass concentrations in the test system used [5].

Test system (TS) is agricultural crop(s), agricultural raw materials, food products of plant origin, and products of their processing (separately or in combination). Any material taken from a test system for study, analysis, or storage is a sample [5].

For the purpose of implementation of field research modern methodology in the study of residual quantity of PPPs AS in the crops treated with them, we will consider the procedures for testing, their planning, determining the scope of research, basic and accompanying information that will affect the quality and results of the tests.

The procedure for field testing of PPP consists of the following stages:

- I. Development of a research plan.
- II. Treatment of agricultural crops with the tested plant protection product on the test (experimental) site (field).
- III. Sampling of agricultural crops (raw materials) grown after treatment with PPPs.
- IV. Research on assessing the impact on the organoleptic properties of agricultural raw materials.
- V. Chemical-analytical determination of the content of the PPP AS RQ in selected samples.
- VI. Expert-analytical analysis of the obtained results and justification (or confirmation) of medical and sanitary standards (MPL, waiting periods before harvest) for the safe use of PPPs on the studied agricultural crop(s) and/or processed products.

VII. Надання науково обґрунтованих рекомендацій щодо можливості застосування за призначенням досліджуваного ЗЗР у сільському господарстві України.

План (програма польових досліджень). Розробка плану польових випробувань включає в першу чергу обґрунтування обсягу досліджень. Це обов'язкова оптимальна кількість досліджень з вивчення ЗК ДР ЗЗР, що необхідна для отримання достатньої кількості адекватних проб і достовірних даних при подальшому аналізі для обґрунтування МДР ДР в досліджуваній ТС.

При плануванні та визначенні обсягу польових випробувань враховуються сукупність взаємопов'язаних параметрів:

- новизна досліджуваних ЗЗР і його ДР;
- реєстраційний статус досліджуваного ЗЗР і його ДР в Україні («постійний», «тимчасовий» або відсутній) [6];
- вміст ДР в ЗЗР;
- тип препаративної форми ЗЗР (концентрат суспензія, емульсія, у вигляді газу, твердих або рідких аерозолів, отруєних принад, внесення гранульованих препаратів та ін.);
- виробниче призначення ЗЗР та об'єкт контролю (цільовий об'єкт) – шкідник, хвороба, бур'ян (фунгіцид, інсектицид, гербіцид, нематоцид та ін.);
- технологія, умови (способи і методи) застосування ЗЗР;
- діапазон норми витрат і кратність ЗЗР та ДР рекомендовані для ефективного застосування;
- тип і механізм дії ЗЗР (системний, контактний, трансламінарний та ін.);
- токсикологічна характеристика ЗЗР і його ДР, наявність токсикологічно значимих (небезпечних) метаболітів (клас небезпечності, лімітуючий/чі показники токсичності, характер токсичної дії та ін.);
- обґрунтування вибору ТО (хімічна назва ЗК ДР ЗЗР та значимих (небезпечних та/або стійких) метаболітів ДР), що підлягає хіміко-аналітичному визначенню;
- фізико-хімічні властивості ДР (летючість, розчинність у воді, органічних розчинниках і жирах та ін.);
- гігієнічна оцінка щодо розподілу, міграції, метаболізму, накопичення та стійкості ДР у с/г сировині, та продуктах переробки [8-10];
- стабільність ДР та значимих метаболітів в об'єктах навколишнього середовища;
- спектр с/г культур на яких ЗЗР буде застосовуватись;
- визначення ТС – с/г культур(и), с/г сировини, та/або продуктів їх переробки;
- особливості онтогенезу (вегетації), вагомості (пріоритетність) досліджуваної с/г культури в зонах досліджень (що характеризується кількістю посівних площ), значимість с/г культури в харчовому раціоні людини;

VII. Provision of scientifically based recommendations on the possibility of using the studied plant protection product for its intended purpose in Ukrainian agriculture.

Plan (field research programme). The development of a field research plan includes, first of all, justification of the scope of research. This is the mandatory optimal number of tests to study the PPP AS RQ, which is necessary to obtain a sufficient number of adequate samples and reliable data for further analysis to substantiate the MPL of the AS in the studied TS.

When planning and determining the scope of field tests, a set of interrelated parameters are taken into account:

- novelty of the studied PPP and its AS;
- registration status of the studied PPP and its AS in Ukraine (permanent, temporary or absent) [6];
- content of AS in the PPP;
- type of formulation of the PPP (concentrate, suspension, emulsion, in the form of gas, solid or liquid aerosols, poisoned baits, application of granular preparations, etc.);
- production purpose of the PPP and the object of control (target object) – pest, disease, weed (fungicide, insecticide, herbicide, nematocide, etc.);
- technology, conditions (ways and methods) of PPP application;
- range of application rates and multiplicity of PPP and its AS recommended for effective application;
- type and mechanism of PPP action (systemic, contact, translaminar, etc.);
- toxicological characteristics of the plant protection product and its AS, the presence of toxicologically significant (dangerous) metabolites (hazard class, limiting toxicity indicators, nature of toxic effect, etc.);
- justification for the choice of TO (chemical name of the PPP AS RQ and significant (hazardous and/or persistent) metabolites of the AS), which is subject to chemical and analytical determination;
- physicochemical properties of the AS (volatility, solubility in water, organic solvents and fats, etc.);
- hygienic assessment of the distribution, migration, metabolism, accumulation and stability of the AS in agricultural raw materials, as well as in processed products [8–10];
- stability of the AS and significant metabolites in environmental objects;
- the range of agricultural crops on which the plant protection product will be applied;
- definition of TS – agricultural crops, agricultural raw materials, and/or products of their processing;
- features of ontogenesis (vegetation), importance (priority) of the studied agricultural crops in the research areas (characterized by the number of cultivated areas), the importance of agricultural crops in the human diet;
- features of the agro climatic indicators of the region;

- особливості агрокліматичних показників регіону;
- площа та розташування дослідних ділянок для вирощування і відбору проб досліджуваної с/г культури;
- кількість точок (проб) с/г культури, тривалість процесу пробовідбору та маса необхідні для аналізу (вимірювання) ЗК ДР ЗЗР в ТС і подальшого обґрунтування МДР ДР та строку очікування до збору урожаю с/г культури.

При проведенні державних випробувань ЗЗР орієнтовний обсяг польових досліджень наступний:

1. Для ЗЗР на основі ДР, які не зареєстровані в Україні, для яких обґрунтовуються допустимі дозові (ДДД) – дослідження здійснюються протягом двох років (двох вегетаційних сезонів, необхідних для вирощування та збору визначеної с/г культури), в декількох агрокліматичних зонах та розробляються медико-санітарні нормативи (МДР) вмісту ДР у визначеній с/г культурі та строк очікування до збору її врожаю.

2. Для ЗЗР на основі ДР-генериків, ідентичних вже зареєстрованим в Україні – дослідження здійснюються протягом одного вегетаційного сезону, в декількох агрокліматичних зонах та проводиться вивчення можливості застосування вже існуючих медико-санітарних нормативів, які раніше офіційно затверджені в Україні, для контролю у визначеній с/г культурі та обґрунтовується строк очікування до збору її врожаю.

Додатковими чинниками для обґрунтування кількості досліджень також можуть бути:

1. Вивчення застосування ЗЗР (препаративної форми пестициду), який вже зареєстровано в Україні, і пропонується до застосування на додатковому спектрі с/г культур (розширення сфери застосування).

2. Наявність повних даних досьє та опублікованих даних літератури щодо динаміки та рівнів ЗК досліджуваної діючої речовини в с/г культурі.

3. Можливість прогнозувати відсутність ЗК ДР ЗЗР в урожаї с/г культури (або вони знаходяться на рівні чи не перевищують межу кількісного визначення (МКВ) ДР ЗЗР), за умов тривалого інтервалу між обробкою пестицидом с/г культури до збирання її врожаю (при застосуванні пестициду для передпосівної чи досходової обробки, а також на ранніх стадіях вегетації с/г культури).

4. Зміни в межах 25 % від вихідної величини умов польового ЗЗР: норми витрат, кратності чи строку очікування до збору урожаю обробленої с/г культури (при умові оцінених змін лише одного із перелічених компонентів за інших ідентичних умовах застосування ЗЗР) [4].

5. Зміни у складі зареєстрованої препаративної форми ЗЗР за наявності обґрунтованої інформації щодо відсутності суттєвого впливу на його фізико-хімічні та токсиколого - гігієнічні властивості.

- area and location of experimental sites for growing and sampling the studied agricultural crop;
- number of points (samples) of agricultural cultures, duration of the sampling process and mass required for analysis (measurement) of the PPP AS RQ in the TS and further justification of the AS MPL and the waiting period before harvesting the agricultural harvest culture.

When conducting State Tests of plant protection products, the approximate scope of field research is as follows:

1. For plant protection products based on ASs that are not registered in Ukraine and for which an acceptable daily dose (ADD) is justified, studies will be carried out in different agro climatic zones over a period of two years (two growing seasons required to grow and harvest a given crop) and health standards – MPL – will be developed for the AS content in a given crop and the waiting period before harvesting.

2. For plant protection products based on ASs-generics, identical to those already registered in Ukraine – studies are carried out during one growing season in different agro climatic zones, and the possibility of application of existing medical and sanitary standards, previously officially approved in Ukraine, for control in a specific agricultural crop is studied; and the waiting period before harvesting is justified.

Additional factors to justify the number of studies may also include:

1. Study of the use of a plant protection product (preparative form of a pesticide), which is already registered in Ukraine and is proposed for use on an additional range of agricultural crops (expanding the scope of application).

2. Availability of complete dossier data and published literature data on the dynamics and levels of the RQ of the tested active substance in agricultural crops.

3. Ability to predict the absence of RQ of the plant protection product AS in the agricultural crop harvest (or they are at or do not exceed the limit of quantification (LQ) for the plant protection product AS), under conditions of a long interval between the treatment of the crop with a pesticide before harvesting it (when using the pesticide for pre-sowing or pre-emergence treatment, as well as in the early stages of the vegetation of the crop).

4. Changes within 25% of the initial value of field crop protection conditions: rates of application, multiplicity or waiting period before harvesting the treated crop (provided that only one of the listed components is estimated under otherwise identical plant protection application conditions) [4].

5. Changes in the composition of the registered formulation of a plant protection product if there is substantiated information regarding the absence of a significant impact on its physicochemical and toxicological and hygienic properties.

При обґрунтуванні обсягу досліджень слід також обов'язково враховувати:

1. Різноманітність агро- та ґрунтово-кліматичних умов при проведенні обробки, сезонність проведення досліджень [4, 13, 14].

Встановлено, що рівень ЗК ДР ЗЗР, в одній і тій самій групі сільськогосподарських культур та за однакової норми витрат, може коливатися залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Це зумовлено, насамперед, швидкістю метаболізму діючих речовин та фізіологічними особливостями росту та розвитку с/г культур в різних зонах України.

На території України виділяють три ґрунтово чи природно-кліматичні зони (Полісся, Лісостеп, Степ) та чотири агрокліматичні, які територіально поєднуються між собою. Так, зона Полісся охоплює вологу, помірно теплу агрокліматичну зону. Зона Лісостепу – вологу, помірно теплу та недостатньо вологу теплу зону, зона Степу – посушливу, дуже теплу та дуже посушливу помірну жарку зону.

За агрокліматичними умовами вирощування с/г культур територія України поділяється на 4 основні зони, що визначаються географічним положенням території в межах кліматичних поясів і природних зон та характеризуються середніми багаторічними значеннями основних показників: зволоженості території (коефіцієнтом зволоження (співвідношення кількості опадів до випаровуваності за рік) та гідротермічним коефіцієнтом), суми активних температур повітря (середньодобових температур, вищих за 10°C) та тривалістю періоду з активними температурами (періоду вегетації, впродовж якого температури сприятливі для росту рослин).

Агрокліматичне зонування відображає забезпеченість теплом та вологою рослин, але не враховує ґрунтові умови. Тому, польові дослідження засобів захисту рослин з метою виявлення максимально можливих рівнів їхніх ЗК повинні охоплювати всі природно-кліматичні умови України, кожній з яких притаманні кліматичні та ґрунтові особливості (див. Табл.).

Зокрема, при проведенні польових випробувань необхідно враховувати механічний склад (наприклад, пісок, суглинок, супісок) на якому буде вирощуватись досліджувана с/г культура. Якщо пестицид застосовується безпосередньо для обробки ґрунту, польові випробування повинні включати поля з різними типами ґрунту. Необхідно ідентифікувати і зафіксувати тип ґрунту всіх ділянок на яких проводяться польові випробування.

При застосуванні фунгіцидів, інсектицидів та гербіцидів у якості десикантів, які утворюють при деградації значну кількість метаболітів або токсикологічно значимі (небезпечні) метаболіти, польові дослідження з визначення їхніх ЗК доцільно проводити на територіях з високою сонячною інсоляцією, що відповідає Степовій природно-кліматичній зоні.

When justifying the scope of research, it is also necessary to take into account:

1. The variety of agro- and soil-climatic conditions at application, the seasonality of research [4, 13, 14].

It has been established that the level of the RQ of the PPP AS in the same groups of crops and at the same rate of consumption may fluctuate depending on soil and climatic conditions. This is due, first of all, to the rate of metabolism of active substances and the physiological characteristics of the growth and development of agricultural crops in different zones of Ukraine.

Ukraine has three soil or natural climatic zones (Polissya, Forest-Steppe, Steppe) and four agro-climatic zones that are geographically interconnected. Thus, the Polissya zone covers a humid, moderately warm agro climatic zone. The Forest-Steppe zone is a humid, moderately warm and insufficiently humid warm zone, and the Steppe zone is an arid, very warm and very arid moderate hot zone.

According to the agro climatic conditions for growing agricultural crops, the territory of Ukraine is divided into four main zones, which are determined by the geographical location of the territory within the climatic and natural zones and are characterized by the average long-term values of the main indicators: the humidity of the territory (humidity coefficient (ratio of precipitation to evaporation per year) and hydrothermal coefficient), the amount of active air temperatures (average daily temperatures above 10°C) and the duration of the period with active temperatures (the growing season during which temperatures are favourable for plant growth).

Agro climatic zoning reflects the availability of heat and moisture to plants, but does not take into account soil conditions. Therefore, field studies of plant protection products to identify the maximum possible levels of their RQ should cover all natural and climatic conditions of Ukraine, each of which has its own climatic and soil characteristics (see Table).

Thus, when conducting field trials, it is necessary to take into account the mechanical composition (e.g., sand, loam, sandy loam) on which the crop under study will be grown. If the pesticide is applied directly to the soil, the field trials should include fields with different soil types. The soil type of all sites on which field trials are conducted should be identified and recorded.

When using fungicides, insecticides and herbicides as desiccants, which form a significant amount of metabolites or toxicologically significant (dangerous) metabolites during degradation, field studies to determine their RQs should be conducted in areas with high solar insolation, which corresponds to the Steppe natural and climatic zone.

Ґрунтово -кліматичні зони України, в яких необхідно проведення польових випробувань пестицидів для встановлення медико санітарних нормативів безпечного застосування з метою державної реєстрації /

Soil and climatic zones of Ukraine in which it is necessary to conduct field tests of pesticides to establish medical and sanitary standards for safe use for the purpose of state registration

Ґрунтово-кліматична зона / Soil and climatic zone	Тип ґрунту / Soil type	Адміністративно-територіальні області/ регіони / Administrative-territorial areas/regions
Полісся / Polissya	дерново-підзолисті / sod-podzolic	Івано-Франківська, Львівська, Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська / Ivano-Frankivsk, Lviv, Volyn, Rivne, Zhytomyr, Chernihiv
Лісостеп / Forest-steppe	чорноземи, лучно-чорноземні та сірі лісові ґрунти / black earth, meadow-black earth and gray forest soils	Чернівецька, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Київська, Черкаська, Полтавська, Сумська, Харківська / Chernivtsi, Ternopil, Khmelnytsky, Vinnitsa, Kyiv, Cherkasy, Poltava, Sumy, Kharkiv
Степ / Steppe	чорноземи, що мають найвищу природну родючість / black soils, which have the highest natural fertility	Одеська, Миколаївська, Херсонська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Донецька, Луганська / Odesa, Mykolaiv, Kherson, Kirovohrad, Dnipropetrovsk, Donetsk, Luhansk

Дослідження застосування стійких гербіцидів досходового та післясходового призначення необхідно проводити насамперед в Лісостепових та Поліських регіонах.

2. Відмінність виробничих умов обробки і вирощування с/г культур: в агропромисловій галузі, на відкритих площах (відкритий ґрунт); теплицях (захищений ґрунт), особистих приватних господарствах (присадибних ділянках), а також зберіганні запасів у складських приміщеннях та інш.

При наявності різних умов вирощування та обробки с/г культур необхідно окремо вивчати ЗК ДР ЗЗР для кожної із застосованих умов (наприклад, в якості протруйника насіння, до сходової обробки ґрунту та обробки с/г культури на різних стадіях її вегетації).

3. Варіабельність технологій застосування пестицидів відповідно до типової виробничої практики використання пестициду на досліджуваній с/г культурі [11,12].

- способи застосування (наземний, надземний з повітря (авіаційний));
- за допомогою різноманітної апаратури (штангові, вентиляторні, ранцеві обприскувачі, пристрої для протруювання насінневого матеріалу та крапельного поливу та інші пристрої для застосування ЗЗР);
- види обприскування (в залежності від концентрації та норми витрати робочого розчину – багато-літражне, малолітражне, ультрамалооб'ємне).

Research into the use of pre-emergence and post-emergence resistant herbicides should be conducted primarily in the Forest-Steppe and Polissya regions.

2. Differences in production conditions for processing and growing agricultural crops: in the agro-industrial sector, in open areas (open ground); greenhouses (protected ground), personal private farms (personal plots of land), as well as storage of stocks in warehouses, etc.

If there are different conditions for agricultural crops growing and processing, it is necessary to separately study the PPP AS RQ for each of the applied conditions (for example, as a seed treatment agent, pre-emergence soil treatment and processing of agricultural crops at different stages of their vegetation).

3. Variability of technologies application of pesticides in accordance with typical production practices for pesticide use on the studied agricultural crop [11, 12].

- methods of application (ground, above-ground, from the air (aviation));
- using various equipment (bar, fan, knapsack sprayers, seed treatment devices and drip irrigation, and other devices for applying PPPs);
- types of spraying (depending on the concentration and flow rate of the working solution – multi-liter, small-volume, ultra-small-volume).

It is necessary to study the pesticide RQ for each of the applied plant protection technologies.

Необхідно вивчення ЗК пестициду для кожної із застосованих технологій обробки ЗЗР.

4. Технології вирощування сільськогосподарських культур (ведення належної сільськогосподарської практики).

Сучасні практики вирощування (агротехнічні, агрохімічні) сільськогосподарських культур забезпечують оптимальні умови розвитку культур, навіть за несприятливих ґрунтово-кліматичних умов (шляхом зрошення, внесення мінеральних та органічних добрив, регуляторів росту і меліорантів). Технології вирощування рослин не менш суттєво впливають на рівні ЗК ДР ЗЗР, ніж природно-кліматичні умови, що вимагає їхнього врахування при проведенні польових випробувань пестицидів.

5. Значимість досліджуваної с/г культури в структурі посівних площ певного регіону України.

Випробування пестициду необхідно проводити в регіонах, де вирощування дослідної с/г культури є пріоритетним, та характеризуються значною кількістю її посівних площ і використанням основних видів сільськогосподарських технологій догляду за нею, особливо тих, що можуть вплинути на величину ЗК ДР пестициду.

6. Спектр сільськогосподарських культур, які вивчаються.

Необхідно враховувати приналежність досліджуваної с/г культури до основних груп (польові й овочеві, ягідники і виноградники, садові та високі шпалерні насадження та інш.). Дослідження ЗК ДР ЗЗР повинно здійснюватися за умов адекватного вибору типових представників групи, до якої відносяться досліджувані с/г культури, враховуючи подібність динаміки і метаболізму ЗК ДР.

7. Рівень пестицидного «навантаження».

Для вивчення обґрунтовується схема дослідження при якій можливе виявлення найбільшої кількості ЗК ДР ЗЗР у досліджуваній сільськогосподарській культурі(ах) (обробка проводиться з найбільшою рекомендованою нормою витрат і кратністю обробок, збір її врожаю відбувається в найкоротші періоди після обробки ЗЗР). Крім того, обов'язково мають досліджуватись їстівні частини с/г культури та продукти їх переробки.

8. Різноманітності особливості с/г культури.

Необхідно враховувати наявність комерційно важливих сортів досліджуваної с/г культури (наприклад, столовий і технічний виноград), а також особливості с/г культури, які зумовлені її сортовою різноманітністю, сезонними варіаціями (наприклад, озима пшениця та яра пшениця), різними періодами вегетації та іншими особливостями, що впливають на надходження і метаболізм діючої речовини пестициду.

Слід також зауважити, що агро-кліматичні ресурси України у сучасний період також зазнають змін за своїм потенціалом і просторовим розподілом у

4. Crop cultivation technologies (good agricultural practices)

Modern practices of cultivation (agro technical, agro-chemical) of agricultural crops provide optimal conditions for crop development, even under adverse soil and climatic conditions (through irrigation, application of mineral and organic fertilizers, growth regulators and ameliorants). Plant cultivation technologies have no less significant impact on the levels of the PPPs AS RQ in the agricultural and forestry sector than natural and climatic conditions, which requires their consideration when conducting field tests of pesticides.

5. The significance of the studied agricultural crop in the structure of cultivated areas of a certain region of Ukraine

Pesticide testing should be conducted in regions where the cultivation of the experimental crop is a priority, characterized by a significant number of its sown areas and the use of the main types of agricultural technologies for its care, especially those that may affect the value of the pesticide AS RQ.

6. Range of crops studied

It is necessary to take into account the affiliation of the studied agricultural crop to the main groups (field and vegetable, berry and vineyard, garden and high trellis plantings, etc.). The study of the PPP AS RQ should be carried out under the conditions of adequate selection of typical representatives of the group to which the studied agricultural crops belong, taking into account the similarity of the dynamics and metabolism of the residual quantities of the active substance.

7. Level of pesticide 'load'

For the study, a research scheme in which it is possible to detect the largest number of PPP AS RQ in the studied crop(s) is justified (treatment is carried out with the highest recommended rate of consumption and frequency of treatments, its harvest is carried out in the shortest periods after treatment with the plant protection product). In addition, edible parts of agricultural crops and products of their processing must be studied.

8. Variety of agricultural features.

It is necessary to take into account the presence of commercially important varieties of the studied crop (for example, table and industrial grapes), as well as the peculiarities of the crop, which are determined by its varietal diversity, seasonal variations (for example, winter wheat and spring wheat), different growing seasons, and other features that affect the uptake and metabolism of the active ingredient of the pesticide.

It should also be noted that the agro-climatic resources of Ukraine in the modern period are also undergoing changes in their potential and spatial distribution due to the conduct of hostilities on the territory of Ukraine.

зв'язку зі веденням бойових дії на території України.

Отже, при польових випробуваннях ЗЗР потрібно сформувати достатній набір даних, щоб врахувати та вивчити всі можливі закономірності і діапазони умов, які можуть зустрічатись у регіонах, де буде використовуватись пестицид.

Таким чином, при проведенні польових випробувань повинні бути застосовані та вивчені всі рекомендовані технології, способи та методи обприскування відповідно до типової виробничої практики при використанні ЗЗР на досліджуваній с/г культурі, враховані рекомендовані для обробки стадії розвитку с/г культури протягом періоду її вегетації та кількості днів після обробки до збору її врожаю.

Хоча точну кількість необхідних випробувань важко визначити до попередньої оцінки результатів випробувань, необхідно запланувати їх мінімальну необхідну кількість. Якщо неможливо передбачити та визначити всі можливі варіанти програма випробувань повинна обов'язково включати вивчення адекватних умов з метою отримання максимальних ЗК ДР ЗЗР.

Висновки

1. Відповідно до мети роботи проведено узагальнення основних принципів та наукове обґрунтування підходів до проведення польових досліджень з визначення ЗК ДР ЗЗР у сільськогосподарських культурах, вирощених із їх застосуванням.

2. Спираючись на оцінку рекомендованих даних, зокрема властивостей діючої речовини пестициду та досліджуваної с/г культури необхідно відтворити реальні умови та особливості застосування пестициду, що можуть призвести до виявлення максимально можливих ЗК ДР ЗЗР у досліджуваній с/г сировині після обробки.

3. Використання запропонованих підходів при плануванні досліджень забезпечить оптимізацію процедури польових випробувань ЗЗР, формування достатнього набору даних, а також подальшу адекватну інтерпретацію отриманих результатів для обґрунтування проектів медико-санітарних нормативів (максимально допустимих рівнів – МДР) в с/г культурах, вирощених із застосуванням ЗЗР, та строків очікування до збору їх врожаю при застосуванні у сільському господарстві України.

Конфлікт інтересів. Автори зазначають про відсутність конфлікту інтересів.

Therefore, in field trials of plant protection products, it is necessary to generate a sufficient data set to take into account and study all possible patterns and ranges of conditions that may occur in the regions where the pesticide will be used.

Thus, when conducting field tests, it is necessary to apply and study all recommended technologies, means and methods of spraying in accordance with typical production practices when using plant protection products on the studied crop, take into account the recommended stages of crop development for treatment during its vegetation period and the number of days after treatment until harvest.

Although the exact number of tests required is difficult to determine before the results are evaluated, it is necessary to plan for the minimum number of tests required. If it is not possible to foresee and determine all possible options, the test programme must necessarily include the study of aggravated conditions in order to obtain maximum residual quantities of the active substance of plant protection product.

Conclusions

1. In accordance with the aim of the research, a generalization of the basic principles and scientific substantiation of approaches to conducting field research and determining the residual quantities of the active substance of plant protection product in agricultural crops grown with their use is performed.

2. Based on the assessment of recommended data, in particular the properties of the active substance of the pesticide and the studied agricultural crop, it is necessary to reproduce those real conditions and features of pesticide application that can lead to the detection of the maximum possible levels of residual quantities of the active substance of plant protection product in the studied agricultural raw material after processing.

3. The application of the proposed approaches in planning research will ensure optimization of the procedure for field testing of plant protection products, the formation of a sufficient set of data, as well as further adequate interpretation of the results obtained to substantiate draft medical and sanitary standards (maximum permissible levels – MPLs) in agricultural crops grown with the use of PPPs, and waiting periods before harvesting when used in Ukrainian agriculture.

Conflict of Interest. The author note that there is no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Про пестициди та агрохімікати: Закон України від 02.03.1995 р. № 86/95-ВР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1#Text>.
2. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: утв. МЗ СССР 13.03.87 № 4263-87. Киев: Минздрав СССР. 1988; 210 с.

1. On pesticides and agrochemicals: Law of Ukraine dated 02.03.1995 № 86/95-BP. [Electronic resource]. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1#Text>.
2. Methodical instructions for hygienic assessment of new pesticides: approved. Ministry of Health of the USSR 13.03.87 No. 4263-87. Kyiv: Ministry of Health of the USSR. 1988; 210 p.

3. Наказ МОЗ України від 04.04.2023 р. №625 Про затвердження Порядку встановлення максимально допустимих рівнів залишків пестицидів у/на харчових продуктах і кормах рослинного та тваринного походження. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 26 травня 2023 р. за № 887/39943. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/MN026894>.
4. OECD Test Guideline No. 509 (OECD Guideline for Testing of Chemicals, Guideline N.509 "Crop Field Trial"). 2021; Adopted: 14 June: 58 [Electronic resource]. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver>.
5. OECD Principles on Good Laboratory Practice (as revised in 1997). OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring. Number 1. (98) 17 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdseriesglp.htm>.
6. Державний реєстр пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>.
7. Посібник по відбору проб сільськогосподарської сировини, продуктів харчування, води, ґрунту і повітря для визначення залишків пестицидів. [Чміль ВД, Подрушняк АС, Великий ВІ, Рожнов МС] під ред. Проданчука МГ. Київ. ЕКОГІНТОКС. 2001: 50 с.
8. Іванова ЛП, Адамчук ТВ, Гринько АП, Кравчук ОП, Петрашенко ПІ. Аналіз міжнародних підходів до нормування пестицидів в продуктах переробки сільськогосподарської сировини (огляд літератури). Єдине здоров'я та проблеми харчування України. 2021; 2 (55): 94-99. DOI: 10.33273/2663-9726-2021-55-2-94-99.
9. Проданчук МГ, Кравчук ОП, Іванова ЛП, Гринько АП, Багацька ОМ. Розробка методичних підходів до нормування пестицидів в рослинних оліях Єдине здоров'я та проблеми харчування України. 2022;1 (56):7-18. DOI: 10.33273/2663-9726-2022-56-1-7-18.
10. Information note on Article 20 of Regulation (EC) No 396/2005 as regards processing factors, processed and composite food and feed. SANTE/ 10704/2021 22 February 2022. [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2022-02/pesticides_mrl_guidelines_proc_imp_sante-2021-10704.pdf.
11. Сергеев С, Проданчук М, Кравчук О, Гринько А. Удосконалення методології досліджень та оцінки інгаляційного і дермального впливу хімічних засобів захисту рослин. Частина 1. Український журнал сучасних проблем токсикології. 2022; 2 (93): 27-46. DOI: 10.33273/2663-4570-2022-93-2-27-46.
12. Сергеев СГ, Кравчук ОП, Гринько АП, Яструб ТО, Лишавський ВГ. Удосконалення методології дослід-
3. Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 04.04.2023 No. 625 On approval of the Procedure for establishing maximum permissible levels of pesticide residues in/on food products and feed of plant and animal origin. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 26, 2023 under No. 887/39943. [Electronic resource]. Access mode: <https://ips.ligazakon.net/document/MN026894>.
4. OECD Test Guideline No. 509 (OECD Guideline for Testing of Chemicals, Guideline N.509 "Crop Field Trial"). 2021; Adopted: 14 June: 58 [Electronic resource]. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver>.
5. OECD Principles on Good Laboratory Practice (as revised in 1997). OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring. Number 1. (98) 17 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdseriesglp.htm>.
6. State Register of Pesticides and Agrochemicals Allowed for Use in Ukraine. [Electronic resource]. Access mode: URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>.
7. Manual for sampling agricultural raw materials, food products, water, soil and air for the determination of pesticide residues. [Chmil VD, Podrushnyak AE, Velyky VI, Rozhnov MS] edited by Prodanchuk MG. Kyiv. ECOGINTOKS.2001: 50 p.
8. L. Ivanova, T. Adamchuk, A. Grinko, O. Kravchuk, G. Petrashenko Analysis of international approaches to regulation of pesticides in processed agricultural products (Literature review). One Health and Nutrition Problems of Ukraine. 2021; 2 (55): 94-99. DOI: 10.33273/2663-9726-2021-55-2-94-99.
9. M. Prodanchuk, O. Kravchuk, L. Ivanova, A. Hrynko, O. Bahatska Development of methodical approaches to standardization of pesticides in vegetable oils. One Health and Nutrition Problems of Ukraine. 2022;1 (56):7-18. DOI: 10.33273/2663-9726-2022-56-1-7-18.
10. Information note on Article 20 of Regulation (EC) No 396/2005 as regards processing factors, processed and composite food and feed. SANTE/ 10704/2021 22 February 2022. [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2022-02/pesticides_mrl_guidelines_proc_imp_sante-2021-10704.pdf.
11. S. Sergeev, M. Prodanchuk, O. Kravchuk, A. Hrynko. Improving the methodology of research and assessment of inhalation and dermal effects of chemical plant protection products. Part 1. Ukrainian Journal of Modern Problems of Toxicology. 2022; 2 (93): 27-46. DOI: 10.33273/2663-4570-2022-93-2-27-46.
12. S. Sergeev, O. Kravchuk, A. Hrynko, T. Yastrub, V. Lyshavsky. Improving the methodology for research and assessment of inhalation and dermal exposure to

- жень та оцінки інгаляційного і дермального впливу хімічних засобів захисту рослин. Частина II. Український журнал сучасних проблем токсикології. 2023; 2 (95):42-65. DOI: 10.33273/2663-4570-2023-95-2-42-65.
13. Проданчук МГ, Лепьошкін ІВ, Медведєв ВІ, Іванова ЛП, Багацька ОМ, Ретьман СВ
Проведення польових досліджень із визначення залишкових кількостей пестицидів з урахуванням агрокліматичних особливостей України. Проблеми харчування. 2014; 2: 29-38.
 14. James Nguyen, Carmen Tiu, Jane Stewart, and David Miller, Global Zoning and Exchangeability of Field Trial Residues Between Zones: Are There Systematic Differences in Pesticide Residues Across Geographies? *Statistics and Public Policy*. 2019; 1(6): 14–23.
<https://doi.org/10.1080/2330443X.2018.1555068>.
 15. European Commission, 1997. General Recommendations for the Design, Preparation and Realization of Residue Trials. SANCO 7029/VI/95 rev.5. [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/guidelines_en/.
 16. Technical Guidance. Guidelines for residue data under Regulation 1107/2009 (or former Directive 91/414/EEC) and Regulation EC 396/2005. Appendix B General Recommendations for the Design, Preparation and Realization of Residue Trials, 7029/VI/95 rev.5 22/7/97, p.72 [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/maximum-residue-levels/guidelines-maximum-residue-levels_en.
 17. Australian Pesticide Veterinary Medicine data guideline: Residue trials to obtain permanent maximum residue limits for crops 1 July 2014 [Electronic resource]. URL: <https://apvma.gov.au/node/1028>.
 18. FAO, 2016. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed (FAO Manual, 3rd Edition). FAO Plant Production and Protection Paper, 225. [Electronic resource]. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/939c9979-2c2f-4279-b97d-cb1e46c487a4/content>.
 19. Joint Canada/United States Field Trial Requirements, Science Policy Note SPN2017-02, Pest Management Regulatory Agency, Health Canada, 11 July 2017. [Electronic resource]. URL: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/policies-guidelines/science-policynotes/2017/guidance-joint-canada-united-states-field-trial-requirements-spn2017-02.html/>.
 20. European Commission. Technical guidelines on data requirements for setting maximum residue levels, comparability of residue trials and extrapolation on chemical plant protection products. Part II. *Ukrainian Journal of Modern Problems of Toxicology*. 2023; 2 (95):42-65. DOI: 10.33273/2663-4570-2023-95-2-42-65.
 13. M. Prodanchuk, I. Lepyoshkin, V. Medvedev, L. Ivanova, O. Bagatska, S. Retman. Conducting field studies to determine pesticide residue levels taking into account the agroclimatic features of Ukraine. *Problems of nutrition*. 2014; 2: 29-38.
 14. James Nguyen, Carmen Tiu, Jane Stewart, and David Miller, Global Zoning and Exchangeability of Field Trial Residues Between Zones: Are There Systematic Differences in Pesticide Residues Across Geographies? *Statistics and Public Policy*. 2019; 1(6): 14–23.
<https://doi.org/10.1080/2330443X.2018.1555068>.
 15. European Commission, 1997. General Recommendations for the Design, Preparation and Realization of Residue Trials. SANCO 7029/VI/95 rev.5. [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/guidelines_en/.
 16. Technical Guidance. Guidelines for residue data under Regulation 1107/2009 (or former Directive 91/414/EEC) and Regulation EC 396/2005. Appendix B General Recommendations for the Design, Preparation and Realization of Residue Trials, 7029/VI/95 rev.5 22/7/97, p.72 [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/maximum-residue-levels/guidelines-maximum-residue-levels_en.
 17. Australian Pesticide Veterinary Medicine data guideline: Residue trials to obtain permanent maximum residue limits for crops 1 July 2014 [Electronic resource]. URL: <https://apvma.gov.au/node/1028>.
 18. FAO, 2016. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed (FAO Manual, 3rd Edition). FAO Plant Production and Protection Paper, 225. [Electronic resource]. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/939c9979-2c2f-4279-b97d-cb1e46c487a4/content>.
 19. Joint Canada/United States Field Trial Requirements, Science Policy Note SPN2017-02, Pest Management Regulatory Agency, Health Canada, 11 July 2017. [Electronic resource]. URL: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/policies-guidelines/science-policynotes/2017/guidance-joint-canada-united-states-field-trial-requirements-spn2017-02.html/>.
 20. European Commission. Technical guidelines on data requirements for setting maximum residue levels, comparability of residue trials and extrapolation on

residue data on products from plant and animal origin. SANTE/2019/12752, revision1 - 10 May 2023 [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-05/pesticides_mrl_guidelines_app-d.pdf.

21. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Dose expression for plant protection products, EPPO General Standard PP 1/239 (3). EPPO Bulletin. 2021; 51(1); 10-33. [Electronic resource]. URL: <https://pp1.eppo.int/standards/general>.
22. Посібник з розробки максимально допустимих рівнів залишків пестицидів (MRL) в Україні. USDAFAS та BRIDGES.2021 [Electronic resource]. URL: <https://bridges.com.ua/posibnyk-z-rozrobky-mrl-v-ukr>.

residue data on products from plant and animal origin. SANTE/2019/12752, revision1 - 10 May 2023 [Electronic resource]. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-05/pesticides_mrl_guidelines_app-d.pdf.

21. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Dose expression for plant protection products, EPPO General Standard PP 1/239 (3). EPPO Bulletin. 2021; 51(1); 10-33. [Electronic resource]. URL: <https://pp1.eppo.int/standards/general>.
22. Guide to the development of maximum residue levels (MRLs) for pesticides in Ukraine. USDAFAS та BRIDGES. 2021 [Electronic resource]. URL: <https://bridges.com.ua/posibnyk-z-rozrobky-mrl-v-ukr>.

Відомості про авторів

Любов Іванова^{A,B,C,E} – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник відділу «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: plp.medved@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7942-5989.

Тетяна Яструб^{A,G} – кандидат медичних наук, завідувач відділу «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: tatyana.yastrub@gmail.com, ORCID 0000-0002-5084-3773.

Сергій Сергєєв^{E,F} – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник відділу «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: sergeiev.sg.medved@gmail.com, ORCID 0009-0007-0036-011X.

Олена Багацька^{E,F} – кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник відділу «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: bagazkaj@ukr.net, ORCID:0009-0002-3372-2352.

Наталія Колонтаєва^F – науковий співробітник відділу «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: Kolontaeva.nv.medved@gmail.com, ORCID: 0009-0000-6598-4643.

Віталій Лишавський^F – старший науковий співробітник відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: vlysavskij@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7342-7907.

A – концепція роботи і дизайн; B – проведення досліджень; C – аналіз, попередня підготовка; D – програмне забезпечення, статистичний аналіз; E – написання статті; F – редагування; G – фінальне схвалення статті.

*Стаття надійшла до редакції 03.02.2025 р.
Дата рецензування 17.04.2025 р.
Дата публікації (оприлюднення) 01.07.2025 р.*

Information about authors

Lyubov Ivanova A,B,C,E – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Department "Institute of Eco-Hygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals" of the "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), 6, Heroiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: plp.medved@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7942-5989.

Tetyana Yastrub A,G – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department "Institute of Eco-Hygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals" of the "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), 6, Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: tatyanaastrub@gmail.com, ORCID 0000-0002-5084-3773.

Serhiy Sergeiev E,F – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Department "Institute of Eco-Hygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals" of the "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), Heroiv Oborony St., 6, 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: sergeiev.sg.medved@gmail.com, ORCID 0009-0007-0036-011X.

Olena Bagatska E,F – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department "Institute of Eco-Hygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals" of the "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), 6, Heroiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: bagazkaj@ukr.net, ORCID:0009-0002-3372-2352.

Nataliya Kolontaeva F – Researcher of the Department "Institute of Eco-Hygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals" of the "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), 6, Heroiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: Kolontaeva.nv.medved@gmail.com, ORCID: 0009-0000-6598-4643.

Vitaliy Lyshavsky F – Senior Researcher, Department of Analytical Chemistry, "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise), Heroiv Oborony St., 6, 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: vlysavskij@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7342-7907.

A – work concept and design; B – investigation; C – analysis, rough preparation; D – software, statistical analysis; E – writing article; F – editing; G – final approval of the article

Received February, 3, 2025

Review date April, 17, 2025

Publication date July, 01, 2025