

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПОСТРЕЄСТРАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ СИРОВИНІ ЯГІДНИХ ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР

Білоус О.С.
Білоус С.В.
Гринзовський А.М.
Омельчук С.Т.

Національний
медичний університет
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

- **МЕТА.** Метою дослідження є наукове обґрунтування та вирішення практичних питань, пов'язаних із моніторингом залишкових кількостей пестицидів у сільськогосподарській сировині ягідних та баштанних культур.
- **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Натурні дослідження охоплювали 28 серій експериментів, спрямованих на вивчення поведінки досліджуваних пестицидів у ягідних та баштанних культурах із оцінкою динаміки їх залишкових кількостей у рослинній сировині. Вміст діючих речовин у відібраних зразках визначали методами високоефективної рідинної та газорідинної хроматографії.
- **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Обґрунтовано перелік пріоритетних діючих речовин для проведення постреєстраційного моніторингу залишків пестицидів у сільськогосподарській сировині. Розроблено узагальнену схему ризик-орієнтованого підходу до регламентації застосування пестицидів при вирощуванні ягідних та баштанних культур.
- **ВИСНОВКИ.** Обрані пестициди, які обов'язково потребують проведення моніторингових досліджень на постреєстраційному етапі у сільськогосподарській сировині: фунгіцид дифеноконазол, гербіцид пендиметалін, інсектицид абамектин, що дозволить знизити негативний вплив пестицидів на здоров'я працюючих і населення в цілому.
- **КЛЮЧОВІ СЛОВА:** громадське здоров'я, оцінка ризику, пестициди, харчова безпека, профілактична медицина.

RISK-BASED APPROACH TO POST-REGISTRATION MONITORING OF PESTICIDE RESIDUES IN BERRY AND MELON CROPS

Bilous O.S.
Bilous S.V.
Hrynzovskyi A.M.
Omelchuk S.T.

Bogomolets National
Medical University,
Kyiv, Ukraine

- **AIM.** The aim of the study is the scientific substantiation and addressing of practical challenges related to monitoring pesticide residues in raw agricultural materials of berry and melon crops.
- **MATERIALS AND METHODS.** Field studies included 28 series of experiments aimed at examining the behavior of the studied pesticides in berry and melon crops, assessing the dynamics of their residues in plant raw materials. The concentration of active ingredients in the selected samples was determined using high-performance liquid and gas chromatography.
- **RESULTS.** A list of priority active ingredients for post-registration monitoring of pesticide residues in agricultural raw materials was justified. A generalized scheme for a risk-oriented approach to regulating pesticide application in berry and melon cultivation was developed.
- **CONCLUSIONS.** The identified priority pesticides requiring mandatory post-registration monitoring in agricultural raw materials include the fungicide difenoconazole, the herbicide pendimethalin, and the insecticide abamectin. This will help reduce the adverse impact of pesticides on the health of both agricultural workers and the general population.
- **KEYWORDS:** public health, risk assessment, pesticides, food safety, preventive medicine.

ВСТУП

Контроль безпечності харчових продуктів рослинного походження є одним із пріоритетних напрямків сучасної гігієни харчування та системи громадського здоров'я. Крім токсичного впливу на організм людини, важливим є вивчення впливу пестицидів на біологічну цінність рослинної продукції [1]. У зв'язку з цим питання оцінки ризику, контролю та моніторингу вмісту пестицидів у харчових продуктах набуває особливої актуальності. Важливим

етапом системи постреєстраційного нагляду є визначення пріоритетних діючих речовин, які потребують лабораторного контролю з урахуванням токсикологічних властивостей, стабільності у навколишньому середовищі, здатності до біоаккумуляції та інтенсивності застосування [2]. Поеднання високої біологічної активності, стійкості та широкого використання пестицидів обумовлює необхідність удосконалення ризик-орієнтованого підходу до моніторингу їх залишків у продуктах харчування рослинного

© Білоус О.С., Білоус С.В., Гринзовський А.М., Омельчук С.Т., 2026
© Bilous O.S., Bilous S.V., Hrynzovskyi A.M., Omelchuk S.T., 2026

походження [3]. Для забезпечення належного контролю безпечності харчової продукції особливого значення набуває застосування сучасних аналітичних методів, які дозволяють здійснювати швидко та точно визначення залишкових кількостей пестицидів [4]. Актуальність проблеми підтверджується даними Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA), згідно з якими у 2022 році 3,7% досліджених зразків харчових продуктів перевищували максимально допустимі рівні залишків пестицидів [5]. У зв'язку з цим актуальним є впровадження ризик-орієнтованого підходу до моніторингу залишкових кількостей пестицидів у ягідних та баштанних культурах на постреєстраційному етапі.

Мета роботи — наукове обґрунтування та вирішення практичних питань, пов'язаних із моніторингом залишкових кількостей пестицидів у сільськогосподарській сировині ягідних та баштанних культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Натурні дослідження включали 28 серій експериментів, спрямованих на вивчення поведінки досліджуваних пестицидів у ягідних та

баштанних культурах із визначенням динаміки залишкових кількостей діючих речовин у рослинній сировині. Кількісний вміст пестицидів у відібраних зразках визначали із застосуванням методів високоефективної рідинної та газорідинної хроматографії. Об'єктами дослідження були 16 діючих речовин пестицидів, що належали до груп фунгіцидів, гербіцидів та інсектицидів, перелік яких наведено в *табл. 1*. Методологічну основу проведених розрахунків, алгоритмів оцінки ризику та критеріїв моніторингу залишків пестицидів склали наукові публікації [6–7]. Зокрема, підходи до гігієнічного нормування та моніторингу повітряного середовища, використані в даному дослідженні, ґрунтуються на результатах наших попередніх розробок, опублікованих у [8]. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали з використанням програмного пакету MedStat v. 5.2 [9].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Натурні дослідження проводили в різних ґрунтово-кліматичних зонах України з урахуванням особливостей технологій застосування пестицидів у агропромисловому секторі (штан-

Таблиця 1. Розподіл пестицидів за ступенем ризику та пріоритетністю моніторингу в сільськогосподарській сировині

Препарат	Діюча речовина	Токсикологічна небезпека (бал)	Харчова небезпека (бал)	Сумарний бал	Висновок
Апрон	Металаксил-М	5	4	9	Не обов'язково
Сігнум	Боскалід	4	6	10	Бажано
Максим	Флудіоксоніл	6	4	10	Бажано
Серкадіс Плюс	Флуксапіроксад	5	6	11	Бажано
Кітч	Ципродиніл	5	6	11	Бажано
Тринол	Фенгексамід	5	6	11	Бажано
Амістар Голд	Азоксистробін	5	6	11	Бажано
Світч	Ципродиніл	5	6	11	Бажано
Сігнум	Піраклостробін	5	6	11	Бажано
Ридоміл Голд	Хлорокис міді	6	5	11	Бажано
Дуал Голд	S-метолахлор	7	4	11	Бажано
Кітч	Флудіоксоніл	6	6	12	Бажано
Світч	Флудіоксоніл	6	6	12	Бажано
Юніформ	Азоксистробін	5	7	12	Бажано
Юніформ	Металаксил-М	5	7	12	Бажано
Ридоміл Голд	Металаксил-М	5	7	12	Бажано
Герболекс	Гліфосат	7	5	12	Бажано
Топаз	Пенконазол	8	6	14	Бажано
Протект	Спіродиклофен	7	7	14	Бажано
Амістар Голд	Дифеноконазол	8	7	15	Обов'язково
Стомп Аква	Пендиметалін	8	7	15	Обов'язково
Серкадіс Плюс	Дифеноконазол	8	8	16	Обов'язково
Вертімек	Абаментин	9	7	16	Обов'язково

гове обприскування) та особистих приватних господарствах (ранцеве внесення).

В результаті виконаних натурних досліджень обґрунтовано 20 максимально допустимих рівнів (МДР) залишків пестицидів у ягодах, баштанних культурах та продуктах їх переробки, зокрема для флудіоксонілу, ципродинілу, дифенокназолу, флуксапіроксаду, пендиметаліну та азоксистробіну. Отримані нормативи були використані при оцінці харчової безпеки та визначенні пріоритетності постреєстраційного моніторингу досліджуваних діючих речовин.

З метою мінімізації ризику надходження залишкових кількостей пестицидів до харчової продукції було адаптовано ризик-орієнтований підхід до оцінки небезпечності діючих речовин, який базувався на інтеграції токсикологічних характеристик та показників харчової безпеки (табл. 1). Узагальнену логіко-структурну схему прийняття рішень щодо необхідності постреєстраційного моніторингу наведено на рис. 1. Оцінювання проводили за двома основними блоками:

- токсикологічна небезпечність діючої речовини;
- харчова безпека.

Інтегральний показник ризику визначали шляхом сумачії бальних оцінок окремих критеріїв. Відповідно до отриманого значення встановлювали рівень пріоритетності моніторингу: 6–9 балів — моніторинг не є пріоритетним; 10–

14 балів — рекомендований вибіркового (плановий) моніторинг; 15–19 балів — обов’язковий постреєстраційний моніторинг; 20–22 бали — необхідність перегляду регламентів застосування або заборони використання речовини.

Результати інтегральної оцінки показали, що до категорії обов’язкового постреєстраційного моніторингу віднесено дифенокназол, пендиметалін та абамектин. Для інших досліджуваних діючих речовин обґрунтовано доцільність проведення планового або вибіркового лабораторного контролю залежно від рівня інтегрального показника безпеки. Результати дослідження узгоджуються з міжнародними даними щодо необхідності пріоритетного моніторингу дифенокназолу, пендиметаліну та абамектину як речовин із підвищеним потенціалом ризику для здоров’я населення та довкілля [2, 5].

Запропонований алгоритм дозволяє оптимізувати систему постреєстраційного нагляду за залишками пестицидів у сільськогосподарській сировині шляхом концентрації аналітичних ресурсів на діючих речовинах із найвищим профілем ризику. Практичне впровадження такого підходу сприятиме підвищенню рівня харчової безпеки населення та удосконаленню системи гігієнічного контролю у сфері застосування засобів захисту рослин.

Визначені діючі речовини, які слід враховувати при проведенні моніторингу, наочно представлені на рис. 2–4.

ТОКСИКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА					ХАРЧОВА НЕБЕЗПЕКА				
Допустима добова доза (ДДД), мг/кг	>0,02	0,0051–0,02	0,0021–0,005	≤0,002	Період напівруйнування (t50) в рослинах, доба	<5	5–14	15–30	>30
Клас небезпечності згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98	4	3	2	1	Ризик для населення при вживанні харчових продуктів (ХП)	≤1	>1	—	—
Ендокринний дизраптор	НВ	СЕ	ВЕ	НВЕ	Інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВХП), бали	≤4	5–6	7–8	≥9
Розподіл балів	1	2	3	4	Розподіл балів	1	2	3	4
Необхідність моніторингу в сільськогосподарській сировині	Не обов’язково		Бажано		Обов’язково		Заборона використання		
	6–9		10–14		15–19		20–22		

Рис. 1. Алгоритм ризик-орієнтованого підходу до регламентації пестицидів для захисту ягідних та баштанних культур

Примітки: КН — клас небезпечності; ДДД — допустима добова доза; ІПНВХП — інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів; ХП — харчові продукти; T₅₀ — період руйнації пестициду на 50%, діб; НВ — не впливає; СЕ — слабкий ефект; ВЕ — виражений ефект; НВЕ — надзвичайно виражений ефект; КН — клас небезпечності.

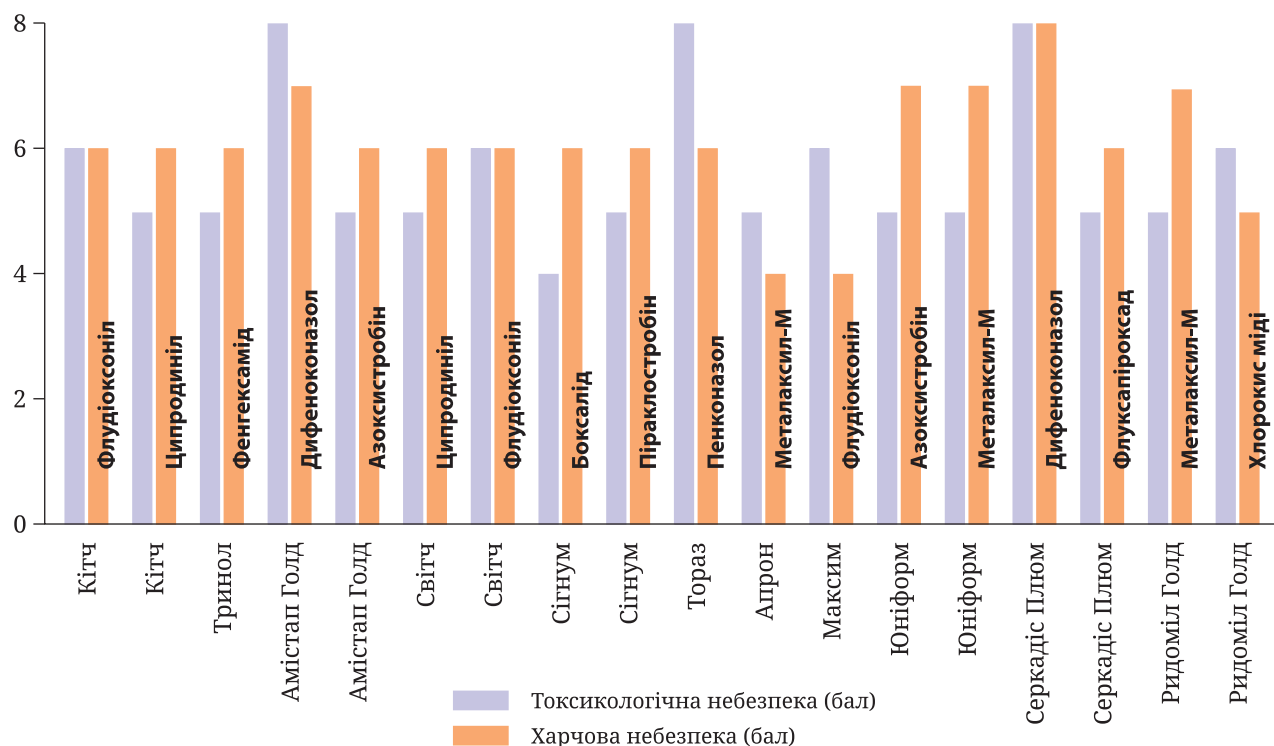


Рис. 2. Розподіл фунгіцидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, за показниками токсикологічної та харчової небезпеки

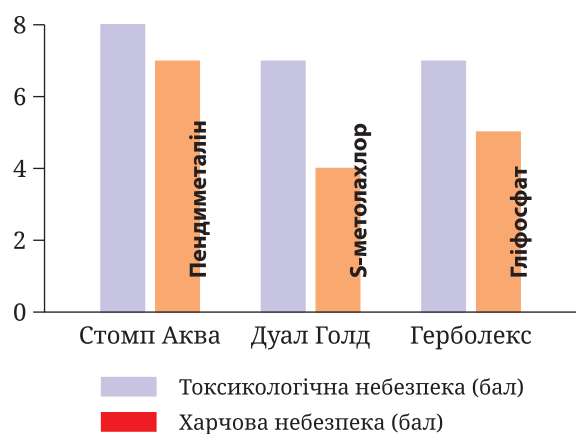


Рис. 3. Розподіл гербіцидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, за показниками токсикологічної та харчової небезпеки

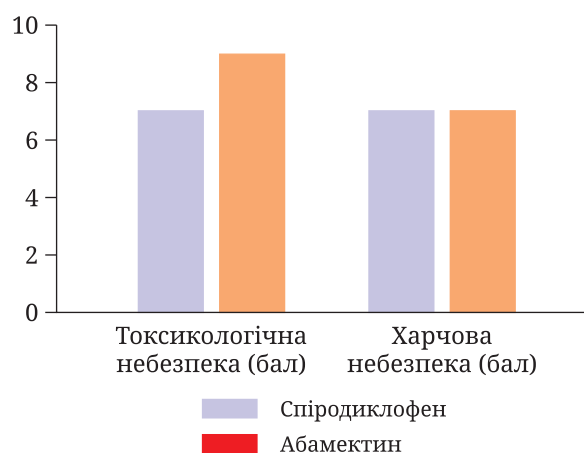


Рис. 4. Розподіл інсектицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур, за показниками токсикологічної та харчової небезпеки

ВИСНОВКИ

За результатами роботи запропоновано науково-методичний підхід до оцінки ризиків при використанні пестицидів на ягідних та баштанних культурах.

Сформовано систему гігієнічних критеріїв, що дає змогу обґрунтовано визначати необхідність постреєстраційного аналітичного нагляду. Виокремлено пріоритетні діючі речовини

(дифеноконазол, пендиметалін, абамектин), які потребують обов'язкового моніторингу залишкових кількостей у сільськогосподарській сировині.

Впровадження розробленого алгоритму дозволяє оптимізувати контроль якості продукції та мінімізувати потенційний негативний вплив хімічних чинників на здоров'я як професійних контингентів, так і споживачів.

REFERENCES

1. Hulai T, Kuzminska O, Omelchuk S, Hrynzovskyi A, Trunina T, Blagaia AV. Hygienic assessment of the influence of pesticides on the fatty composition of sunflower seed lipids. *Wiadomosci Lekarskie*. 2022; 75(4 Pt 1):848–52.
doi: <https://doi.org/10.36740/WLek202204118>
2. Vryzas Z, Ramwell C, Sans C. Pesticide prioritization approaches and limitations in environmental monitoring studies: From Europe to Latin America and the Caribbean. *Environment International*. 2020;143:105917.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105917>
3. Wahab S, Muzammil K, Nasir N, Khan MS, Ahmad ME, Khalid M, et al. Advancement and New Trends in Analysis of Pesticide Residues in Food: A Comprehensive Review. *Plants*. 2022;11(9):1106.
doi: <https://doi.org/10.3390/plants11091106>
4. Botnaru AA, Lupu A, Morariu PC, Nedelcu AH, Morariu BA, Di Gioia ML, et al. Innovative Analytical Approaches for Food Pesticide Residue Detection: Towards One Health-Oriented Risk Monitoring. *Journal of Xenobiotics*. 2025; 15(5):151.
doi: <https://doi.org/10.3390/jox15050151>
5. European Food Safety Authority (EFSA), Carrasco Cabrera L, Di Piazza G, Dujardin B, Marchese E, Medina Pastor P. The 2022 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*. 2024;22(4):e8753.
doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8753>
6. Antonenko AM, Vavrinevych OP, Omelchuk ST, Bardov VG, Borysenko AA. Hihienichne obgruntuvannia kryteriiv vidboru dla provedennia monitorynhu pestytsydiv u silskohospodarskii syrovyni, kharchovykh produktakh ta grunti na prykladi funhitsydiv [Hygienic grounds for selection criteria for pesticide detection in agricultural commodities, food products and soil (example for fungicides)]. *Actual Problems of Modern Medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 2019;19(3):104–8. Ukrainian.
doi: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.19.3.104>
7. Antonenko AM, Vavrinevych OP, Omelchuk ST, Shpak BI, Korshun MM. Improvement of the monitoring system in the environment of pesticides affecting thyroid gland. *Environment & Health*. 2019;93(4):13–7.
doi: <https://doi.org/10.32402/dovkil2019.04.012>
8. Bilous O, Bilous S. Obgruntuvannia kryteriiv provedennia monitorynhu u povitri pestytsydiv, rekomentovanykh dla zakhystu yahidnykh ta bashtannykh kultur [Substantiation of monitoring criteria in the air pesticides recommended for the protection of berry and melon cultures]. In: *Actual problems of preventive medicine*. 2025. p. 40–50. Ukrainian.
doi: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-521-4-3>
9. Liakh YuYe, Hurianov VH. Author's package MedStat v. 5.2. 2003-2019.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження виконано без зовнішнього фінансування. Автори не отримували грантів чи іншої фінансової підтримки від будь-яких установ чи компаній.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

При написанні статті генеративний штучний інтелект не використовувався.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ ТА ЇХ ВНЕСОК

БІЛОУС Ольга: концептуалізація, курація даних, дослідження, візуалізація, написання — оригінальний проєкт.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2230-9642>

e-mail: bil_os@ukr.net

БІЛОУС Сергій: методологія, формальний аналіз, написання — перегляд та редагування.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1593-6445>

ГРИНЗОВСЬКИЙ Анатолій: адміністрування проєкту, методологія, написання — перегляд та редагування.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8391-5294>

ОМЕЛЬЧУК Сергій: адміністрування проєкту, написання — перегляд та редагування.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3678-4241>

Отримано: 12.06.2026

Прийнято до друку: 01.07.2026

Опубліковано: 15.07.2026

SOURCES OF FUNDING

The research was conducted without external funding. The authors did not receive any grants or other financial support from any institutions or companies.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Generative artificial intelligence was not used in the preparation of this article.

AUTHOR INFORMATION AND CONTRIBUTIONS

BILOUS Olha: conceptualization, data curation, investigation, visualization, writing — original draft.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2230-9642>

e-mail: bil_os@ukr.net

BILOUS Serhii: methodology, formal analysis, writing — review and editing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1593-6445>

HRYNZOVSKYI Anatolii: project administration, methodology, writing — review and editing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8391-5294>

OMELCHUK Serhii: project administration, writing — review and editing.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3678-4241>

Received: 12.06.2026

Accepted: 01.07.2026

Published: 15.07.2026

