
**ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ
НЕБЕЗПЕЧНОГО ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ,
ДОЗВОЛЕНИХ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ
НА ЯБЛУНЕВИХ САДАХ І ВИНОГРАДНИКАХ**

Ібрагімова І. В., Ваврінович О. П., Омельчук С. Т.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-497-9-9>

Вступ

Пестициди – є речовинами, які можуть накопичуватись у об'єктах довкілля (вода, ґрунт, сільськогосподарська продукція), живі організми¹²³. В першу чергу, це обумовлено їх фізико-хімічними властивостями, міграційною здатністю, стійкістю в об'єктах навколишнього середовища⁴⁵.

Хімічні засоби захисту рослин є одними із основних забруднювачів води водоєм (поверхневих та підземних вод), і при перевищенні

¹ Pesticides in rivers, lakes and groundwater in Europe. Published 09 Feb 2024. EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/pesticides-in-rivers-lakes-and?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8> (дата звертання: 01.07.2024).

² Rad SM, Ray AK, Barghi S. Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*. 2022. 4(4), P.1088-1102. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040066> (дата звертання: 05.07.2024).

³ Srivastava M, Malin B, Srivastava A, Yadav A, Banger A Role of Pesticides in Water Pollution. *Agri Sci Food Res*. 2022. 13, P.495. <https://www.longdom.org/open-access/role-of-pesticides-in-water-pollution-92611.html> (дата звертання: 01.07.2024).

⁴ Srivastava M, Malin B, Srivastava A, Yadav A, Banger A Role of Pesticides in Water Pollution. *Agri Sci Food Res*. 2022. 13, P.495. <https://www.longdom.org/open-access/role-of-pesticides-in-water-pollution-92611.html> (дата звертання: 01.07.2024).

⁵ Syafrudin M, Kristanti RA, Yuniarto A, Hadibarata T, Rhee J, Al-Onazi WA, Algarni TS, Almarrī AH, Al-Mohaimed AM. Pesticides in Drinking Water-A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Jan 8;18(2), P.468. doi: 10.3390/ijerph18020468. (дата звертання: 11.07.2024).

концентрації допустимих значень ймовірний негативний вплив на навколишнє середовища і здоров'я населення⁶⁷⁸.

Однією з проблем також є утворення стічних вод в результаті надмірного використання пестицидів у сільському господарстві⁹. Найчастіше виявляли перевищення вмісту інсектициду імідаклопрід та гербіциду метолахлор у поверхневих водах, у підземних водах – гербіциду атразину, його метаболіти, а також бентазону¹⁰. За іншими даними пестициди, які найчастіше виявляли в поверхневих і підземних водах були гербіциди атразин з його метаболітами, деетілатразин, метолахлор, ціаназин, алахлор і ацетохлор, а також симазин, прометон, тебутгурон, 2,4-Д і діурон, інсектициди діазинон, хлорпірифос і карбарил^{11 12}.

Використання пестицидів також може впливати на якість врожаю (зміна органолептичних властивостей – смак, аромат, нутрієнтного складу) і безпеку сільськогосподарської продукції, вирощеної при їх застосуванні^{13 14 15}. Ймовірний гострий і хронічний прямий і

⁶ Pesticides in rivers, lakes and groundwater in Europe. Published 09 Feb 2024. EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/pesticides-in-rivers-lakes-and?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8> (дата звертання: 01.07.2024).

⁷ Rad SM, Ray AK, Barghi S. Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*. 2022. 4(4), P.1088-1102. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040066> (дата звертання: 05.07.2024).

⁸ Srivastava M, Malin B, Srivastava A, Yadav A, Banger A Role of Pesticides in Water Pollution. *Agri Sci Food Res*. 2022. 13, P.495. <https://www.longdom.org/open-access/role-of-pesticides-in-water-pollution-92611.html> (дата звертання: 01.07.2024).

⁹ Rad SM, Ray AK, Barghi S. Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*. 2022. 4(4), P. 1088-1102. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040066> (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁰ Pesticides in rivers, lakes and groundwater in Europe. Published 09 Feb 2024. EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/pesticides-in-rivers-lakes-and?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8> (дата звертання: 01.07.2024).

¹¹ Syafrudin M, Kristanti RA, Yuniarto A, Hadibarata T, Rhee J, Al-Onazi WA, Algarni TS, Almarri AH, Al-Mohaimed AM. Pesticides in Drinking Water-A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Jan 8;18(2), P.468. doi: 10.3390/ijerph18020468. (дата звертання: 11.07.2024).

¹² Gilliom R.J., Barbash J.E., Crawford C.G., Hamilton P.A., Martin J.D., Nakagaki N., Nowell L.H., Scott J.C., Stackelberg P.E., Thelin G.P., et al. *Pesticides in the Nation's Streams and Ground Water*, 2006. P. 1992–2001. US Geological Survey; Reston, WC, USA: <https://doi.org/10.3133/cir1291> (дата звертання: 07.07.2024).

¹³ Leng, Bo. Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. 74. P. 1285-1289. 10.54097/7wc57g15. (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁴ Leskovac, Andreja, and Sandra Petrović. Pesticide Use and Degradation Strategies: Food Safety, Challenges and Perspectives. *Foods*. 2023. 12, №14, P. 2709. <https://doi.org/10.3390/foods12142709>. (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁵ Kingsley Nwosu, O., & John, A. Chemical Pesticides and Food Safety. *IntechOpen*. 2022. doi: 10.5772/intechopen.102395. (дата звертання: 05.07.2024).

опосередкований вплив пестицидів на здоров'я як дорослого населення так і дітей^{16 17 18}.

Ймовірні нейротоксичні ефекти пестицидів, канцерогенний вплив і розлади в репродуктивній системі, можуть спричиняти ризик проблем когнітивного розвитку у дітей, пов'язаних із впливом пестицидів¹⁹.

Серед шляхів мінімізації ризику негативного впливу пестицидів є впровадження дієвих регуляторних заходів, контроль залишків пестицидів у об'єктах доквілля та сільськогосподарській сировині, оцінка ризику для населення, виконання регулярних моніторингових досліджень є важливими кроками для пом'якшення несприятливих наслідків використання пестицидів^{20 21 22 23}.

Мета даного дослідження оцінка ризику для населення небезпечного впливу пестицидів, дозволених для застосування на яблуневих садах і виноградниках для розробки дієвих заходів профілактики їх негативного впливу на здоров'я людини та вибору критеріїв, що слід враховувати при виконанні моніторингових досліджень.

Натурний експеримент з вивчення поведінки пестицидів в ґрунті, яблуках та винограді виконано в ґрунтово-кліматичних умовах України (Київська обл., Чернівецька обл., Одеська обл., Закарпатська обл.) за агротехнічних рекомендацій наведених в таблиці 1. Кількісне визначення пестицидів в ґрунті, яблуках та винограді виконано із застосуванням методів газорідинної, високоефективної рідинної

¹⁶ Leng, Bo. Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. 74. P.1285-1289. 10.54097/7wc57g15. (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁷ Kingsley Nwosu, O., & John, A. Chemical Pesticides and Food Safety. IntechOpen. 2022. doi: 10.5772/intechopen.102395. (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁸ Salman Munir, Asad Azeem, Muhammad Sikandar Zaman, Muhammad Zia Ul Haq, (2024). From field to table: Ensuring food safety by reducing pesticide residues in food. *Science of The Total Environment*, Vol. 922, P. 171382, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171382>. (дата звертання: 05.07.2024).

¹⁹ Leng, Bo. Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. 74. P.1285-1289. 10.54097/7wc57g15. (дата звертання: 05.07.2024).

²⁰ Leng, Bo. Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. 74. P.1285-1289. 10.54097/7wc57g15. (дата звертання: 05.07.2024).

²¹ Leskovic, Andreja, and Sandra Petrović. Pesticide Use and Degradation Strategies: Food Safety, Challenges and Perspectives. *Foods*. 2023. 12, № 14, P. 2709. <https://doi.org/10.3390/foods12142709>. (дата звертання: 05.07.2024).

²² Kingsley Nwosu, O., & John, A. Chemical Pesticides and Food Safety. IntechOpen. 2022. doi: 10.5772/intechopen.102395. (дата звертання: 05.07.2024).

²³ Salman Munir, Asad Azeem, Muhammad Sikandar Zaman, Muhammad Zia Ul Haq, (2024). From field to table: Ensuring food safety by reducing pesticide residues in food. *Science of The Total Environment*, Vol. 922, P. 171382, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171382>. (дата звертання: 05.07.2024)

хроматографії, атомно абсорбційної спектроскопії і тандемної хромато-мас-спектрометрії.

Математичне моделювання швидкості руйнації досліджуваних пестицидів виконано з використанням експоненційної моделі за рівнянням першого порядку та визначення коефіцієнту детермінації (R^2), що дозволило визначити період руйнації пестицидів на 50% (T_{50}), діб у ґрунті та вегетуючих сільськогосподарських культурах.

Таблиця 1

Агротехнічні рекомендації застосування пестицидів на яблунях та виноградниках

Препарат	Діюча речовина	Культура	Норма витрати препарату, л(кг)/га, кратність	Норма витрати діючої речовини, г/га
Обробка в умовах агропромислового комплексу				
Мілбенок	мілбемектин	яблуні, виноград	1,0, трикратно	30,0
Требон	етофенпрокс	яблуні	0,5, трикратно	431,3
Корморан	ацетаміпрід новалурон	яблуні	0,8, двократно	128,0 160,0
Лайфсул	сірка	яблуні	6,0, двократно	9600,0
Харвест Смарт	1-метил-циклопропен	яблука на зберіганні	0,35 г/г, однократно	0,012
Протект	спіродиклофен	яблуні,	0,6, двократно	288,0
		виноград	0,4, двократно	192,0
блю стар	мідь	яблуні	2,0, чотирикратно	6160,0
		виноград	3,0, чотирикратно	9240,0
Блокбастер	біфентрин	яблуні	0,5, двократно	100,0
Серкадіс Плюс	дифеноконазол флуксапіроксад	яблуні	1,5, трикратно	225,0 337,5
		яблуні	1,5, трикратно	81,0
Гліфоголд	гліфосат	яблуні, виноград	8,0, однократно	3840,0
Скай	крезоксим-метил	яблуні	0,2, трикратно	300,0
		виноград	0,3, трикратно	450,0
Зумер	оксифлуорфен гліфосат	яблуні,	3,0, однократно	90,0
		виноград		1440,0
Обробка в умовах приватних підсобних господарств				
блю стар	мідь	яблуні, виноград	30 г / 0,01 га, чотирикратно	9240,0
Турбо Престо	клотианідин лямбда-цигалотрин	яблуні	4,0 мл /0,01 га, двократно	160,0 80,0
Блокбастер	біфентрин	яблуні	5,0 мл/0,01 га, двократно	100,0

Прогнозування небезпечності для населення при споживання води з підземних та поверхневих джерел, а також яблук і винограду після застосування хімічних засобів захисту рослин виконано за методиками запропонованими фахівцями Інституту гігієни та екології^{24 25 26 27 28}.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакету статистичних програми IBM SPSS StatisticsBase v.22 та MS Excel. При статистичному аналізі отриманих даних використано дескриптивну статистику; використано параметричні та непараметричні методи. Достовірними вважали відмінності з рівнем значущості більше 95% ($p < 0,05$).

1. Оцінка ризику для населення при споживанні контамінованої води поверхневих і підземних джерел

Результати натурних досліджень вмісту д.р. у ґрунті та математичне моделювання їх поведінки у ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України дозволили на наступному етапі визначити ризик для населення при споживанні води поверхневих та підземних джерел за моделями розробленими фахівцями ІГЕ НМУ. Згідно рекомендацій ЄС був розрахований критерій SCI-GROW (скринінг концентрації пестицидів в

²⁴ Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Коршун М.М. Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду *Пат. 105429 UA, МПК А61В 10/00 (2016.01)*; Заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. № u 2015 06528; заявл. 03.07.2015; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4с

²⁵ Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. Новохацька О.О. Модель комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води. *Інформаційний лист* № 191-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

²⁶ Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Шпак Б.І. Модель оцінки ризику забруднення ґрунтових і поверхневих вод пестицидами та прогнозування небезпеки при їх потраплянні в організм людини з водою. *Інформаційний лист* № 192-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

²⁷ Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Ставніченко П.В. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування небезпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів) *Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я*. № 29-2018. <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf> (дата звертання: 10.07.2024).

²⁸ Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Korshun M.M. (2018). Hygienic substantiation of forecasting model of hazard for human when consuming agricultural products contaminated with (on pyrazolecarboxamide class fungicides example). *International scientific periodical journal «The Unity of science»*, 46-48 (дата звертання: 13.07.2024).

грунтових водах), який в подальшому був використаний для оцінки ризику для населення (табл. 2)^{29 30 31}.

Оцінку ризику для населення при споживанні води після застосування препарату на основі сірки (Лайфсул) не проводили, оскільки дана речовина є природним компонентом навколишнього середовища і не нормується. Також не виконували оцінку ризику для населення після застосування препарату на основі 1-МЦП (Харвест Сمارт) враховуючи специфіку технології його застосування. Даний препарат використовується в складських приміщеннях і обробка здійснюється в закритому контурі, що виключає його надходження в повітря, ґрунту, а відповідно і у воді та не потребує оцінки ризику з позиції водної безпеки.

Величини SCI-GROW при застосуванні інсектицидів в агропромисловому секторі склали $4,60 \times 10^{-04}$ – $5,29 \times 10^{-03}$, фунгіцидів – $3,90 \times 10^{-03}$ – $4,29 \times 10^{-01}$, гербіцидів – $6,60 \times 10^{-04}$ – $8,14 \times 10^{-01}$. При застосуванні інсектицидів в умовах особистих підсобних господарств величини SCI-GROW склали $4,80 \times 10^{-04}$ – $1,18 \times 10^{-01}$, фунгіциду – $6,44 \times 10^{-01}$ (табл. 2).

Оцінка ризику несприятливого впливу досліджуваних пестицидів на здоров'я населення при їх споживанні ґрунтових вод (Р) виконана шляхом співставлення максимально можливого добового надходження пестициду з водою (ММДНВ) та допустимого добового надходження пестициду з водою (ДДНВ).

Величини ризику для досліджуваних інсектицидів, при їх використанні для захисту яблуневих садів та виноградників в агропромисловому комплексі склали $1,21 \times 10^{-07}$ – $1,25 \times 10^{-04}$, фунгіцидів – $5,35 \times 10^{-06}$ – $1,32 \times 10^{-02}$, гербіцидів – $8,25 \times 10^{-06}$ – $6,79 \times 10^{-03}$. В умовах особистих підсобних господарств величини ризику для інсектицидів склали – $1,92 \times 10^{-07}$ – $9,44 \times 10^{-05}$, фунгіциду – $2,98 \times 10^{-02}$.

²⁹ Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Коршун М.М. Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду *Пат. 105429 UA, МПК А61В 10/00 (2016.01)*; Заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. № у 2015 06528; заявл. 03.07.2015; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4с.

³⁰ Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Новохацька О.О. Модель комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води. *Інформаційний лист* № 191-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

³¹ Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Шпак Б.І. Модель оцінки ризику забруднення ґрунтових і поверхневих вод пестицидами та прогнозування небезпеки при їх потраплянні в організм людини з водою. *Інформаційний лист* № 192-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

Таблиця 2

**Результати визначення скринінг концентрацій пестицидів
в ґрунтових водах (SCI-GROW) і оцінки ризику несприятливого
впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні
ґрунтових вод (P)**

Діюча речовина (препарат)	SCI-GROW, мкг/л	ММДНВ, мкг/добу	ДДНВ мкг/добу	P
Агропромисловий сектор				
Інсектициди				
Мілбемектин (Мілбенок)	$4,46 \times 10^{-04}$	$4,01 \times 10^{-05}$	360	$1,21 \times 10^{-07}$
Етофенпрокс (Требон)	$2,58 \times 10^{-03}$	$3,34 \times 10^{-03}$	36	$9,27 \times 10^{-05}$
Ацетаміпрід (Корморан)	$5,29 \times 10^{-03}$	$2,03 \times 10^{-03}$	120	$1,69 \times 10^{-05}$
Новалурон (Корморан)	$9,53 \times 10^{-04}$	$4,57 \times 10^{-04}$	120	$3,81 \times 10^{-06}$
Спіродиклофен (Протект)	$1,73 \times 10^{-03}$	$1,49 \times 10^{-03}$	12	$1,25 \times 10^{-04}$
Біфентрин (Блокбастер)	$6,00 \times 10^{-04}$	$1,80 \times 10^{-04}$	240	$7,50 \times 10^{-07}$
Абамектин (Сарапе)	$5,67 \times 10^{-04}$	$1,38 \times 10^{-04}$	2,4	$5,74 \times 10^{-05}$
Фунгіциди				
Мідь (Блюстар)	$4,29 \times 10^{-01}$	$0,79 \times 10^{-01}$	600	$1,32 \times 10^{-02}$
Крезоксим-метил (Скай)	$7,13 \times 10^{-03}$	$6,42 \times 10^{-03}$	1200	$5,35 \times 10^{-06}$
Дифеноконазол (СеркадісПлюс)	$3,90 \times 10^{-03}$	$2,63 \times 10^{-03}$	24	$1,10 \times 10^{-04}$
Флуксапіроксад (СеркадісПлюс)	$3,01 \times 10^{-02}$	$3,05 \times 10^{-02}$	240	$1,27 \times 10^{-04}$
Гербіциди				
Гліфосат (Гліфоголд)	$7,07 \times 10^{-02}$	$8,14 \times 10^{-01}$	120	$6,79 \times 10^{-03}$
Гліфосат (Зумер)	$2,65 \times 10^{-02}$	$1,53 \times 10^{-01}$	120	$1,27 \times 10^{-03}$
Оксифлуорфен (Зумер)	$6,60 \times 10^{-04}$	$2,97 \times 10^{-04}$	36	$8,25 \times 10^{-06}$
Особисті підсобні господарства				
Інсектициди				
Клотіанідін (Турбо Престо)	$1,18 \times 10^{-01}$	$5,66 \times 10^{-02}$	600	$9,44 \times 10^{-05}$
Лямбда-цигалотрин (Турбо Престо)	$4,80 \times 10^{-04}$	$1,15 \times 10^{-04}$	600	$1,92 \times 10^{-07}$
Біфентрин (Блокбастер)	$6,00 \times 10^{-04}$	$1,80 \times 10^{-04}$	240	$7,50 \times 10^{-07}$
Фунгіциди				
Мідь (Блюстар)	$6,44 \times 10^{-01}$	$1,79 \times 10^{-01}$	600	$2,98 \times 10^{-02}$

- Примітки: 1. SCI-GROW – скринінг концентрацій пестицидів в ґрунтових водах;
2. ММДНВ – максимально можливого добового надходження пестициду з водою;
3. ДДНВ – допустиме добове надходження пестициду з водою.

Аналіз отриманих результатів, отриманих після виконання натурних досліджень пестицидів в умовах агропромислового комплексу та особистих підсобних господарств в яблуневих садах та виноградниках, показав, що величини ризику (P) склали менше 1, а отже ризик був допустимим. Враховуючи той факт, що для питних потреб можуть бути використані як підземні, так і поверхневі джерела води було здійснено оцінку ризику для населення при споживанні контамінованих ґрунтових

та поверхневих вод досліджуваними пестицидами згідно рекомендацій³².

Оцінку ризику визначали за індексом потенційного забруднення ґрунтових та поверхневих вод ($LEACH_{mod}$). Показник $LEACH_{mod}$ враховує розчинність речовини у воді, T_{50} пестициду в ґрунті та K_{oc} . Для оцінки ризику крім показник $LEACH_{mod}$, враховували T_{50} у воді та ДДД досліджуваних д.р. Кожний критерій оцінювали та переводили в бали, після чого розраховували ППНВ (інтегральний показник небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду), що дозволило визначити клас небезпечності (табл. 3–4).

Проведені розрахунки показали (табл. 3), що фунгіциди на основі мілбемектину, новалурону, інсектициди на основі крезоксим-метилу є малонебезпечними (4 клас), фунгіциди етофенпроксу, спіродиклофену, біфентрину, абамектину, фунгіцидів на основі міді, флуксапіроксаду, гербіцидів – гліфосату, оксифлуорфену – є помірно небезпечними (3 клас). До небезпечних пестицидів належать інсектициди на основі ацетаміприду, фунгіцидів на основі дифеноконазолу (2 клас небезпечності) при їх застосування в агропромисловому секторі для захисту яблуневих садів та виноградників.

Оцінка небезпечності пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників, при їх надходженні в підземні та поверхневі води, при їх застосуванні в особистих підсобних господарствах (табл. 4) показала, що інсектициди на основі лямбда-цигалотрину, біфентрину та фунгіциду на основі міді належать до помірно небезпечних (3 клас), інсектициду на основі клотіанідину – високо небезпечних (1Б клас).

³² Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. Новохацька О.О. Модель комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води. *Інформаційний лист* № 191-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

Таблиця 3

Оцінка небезпечності пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників, при їх надходженні в підземні та поверхневі води (агропромисловий комплекс)

Дюча ретовина (Препарат)	LEACH	Бали	Т _{1/2} водна фаза, дб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ПНВ	Клас небезпечності				
								4	3	2	1Б	1А
								мало-небезпечні 3-4 бали	помірно небезпечні 5-6 бали	небезпечні 7-8 бали	високо небезпечні 9-10 бали	надзвичайно небезпечні 11-12 бали
Інсектициди												
Милбебенін (Милбенек)	5,74·10 ⁶²	1	2	1	0,03	1						
Етофенпрокс (Гробоф)	2,62·10 ⁶²	1	5,7	2	0,003	3	6					
Азелініпрод (Клорфазан)	1,73·10 ⁶²	4	1,7	1	0,01	2	7					
Повуторон (Козметрон)	1,12·10 ⁶²	1	0,95	1	0,01	2	4					
Сіпродінефосен (Просект)	1,53·10 ⁶²	1	0,7	1	0,001	4	6					
Віфентрин (Бюлбастер)	7,99·10 ⁶²	1	8,0	2	0,02	2	5					
Абмектин (Сарате)	3,38·10 ⁶²	1	2,4	1	0,0002	4	6					
Клас небезпечності												
Дюча ретовина (Препарат)	LEACH	Бали	Т _{1/2} , дб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ПНВ	4	3	2	1Б	1А
								мало-небезпечні 3-4 бали	помірно небезпечні 5-6 бали	небезпечні 7-8 бали	високо небезпечні 9-10 бали	надзвичайно небезпечні 11-12 бали
Фунгіциди												
Міль (Вітостар)	7,78·10 ⁶²	2	30,0	3	0,05	1	6					
Кіроксим-метил (Сайл)	6,30·10 ⁶²	2	0,85	1	0,1	1	4					
Дифенозоксолон (Сервіс-Паво)	2,54·10 ⁶⁴	3	2,8	1	0,002	4	8					
Фунукаріпровад (Сервіс-Паво)	2,73·10 ⁶⁴	3	4,4	1	0,02	2	6					
Гарфіцили												
Гліфосат (Гліфогат)	1,03·10 ⁶²	1	9,9	2	0,01	2	5					
Гліфозат (Фумар)	1,03·10 ⁶²	1	9,9	2	0,01	2	5					
Оксифлуорбен (Фумар)	5,03·10 ⁶²	1	5,0	1	0,003	3	5					

Примітки: 1. LEACH – індекс потенційного забруднення ґрунтових та поверхневих вод; 2. T₅₀ – період нутрієруйнування пестициду у воді (водна фаза); 3. ДДД – допустима добова доза; 4. ПНВ – інтегральний показник небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду.

Таблиця 4

Оцінка небезпечності пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників, при їх надходженні в підземні та поверхневі води (особисті підсобні господарства)

Дюча ретовина (препарат)	LEACH	Бали	Т _{1/2} водна фаза, дб	Бали	ДДД, мг/кг	Бали	ПНВ	Клас небезпечності				
								4	3	2	1Б	1А
								мало-небезпечні 3-4 бали	помірно небезпечні 5-6 бали	небезпечні 7-8 бали	високо небезпечні 9-10 бали	надзвичайно небезпечні 11-12 бали
Інсектициди												
Клопіпалід (Гурбо Престе)	1,91·10 ⁶²	4	40,3	4	0,08	1	9					
Лямбда-гіталотріл (Гурбо Престе)	3,05·10 ⁷²	1	0,24	1	0,003	3	5					
Віфентрин (Бюлбастер)	8,36·10 ⁶²	1	8,0	2	0,02	2	5					
Фунгіциди												
Міль (Вітостар)	6,72·10 ⁶²	2	30,0	3	0,05	1	6					

Примітки: 1. LEACH – індекс потенційного забруднення ґрунтових та поверхневих вод; 2. T₅₀ – період нутрієруйнування пестициду у воді (водна фаза); 3. ДДД – допустима добова доза; 4. ПНВ – інтегральний показник небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду.

2. Оцінка ризику для населення при споживання яблук та винограду, вирощених при застосування досліджуваних пестицидів

Оцінка ризику для населення була проведена також з позиції харчової безпеки. Оцінка ризику виконана згідно рекомендацій фахівців

ІГЕ НМУ імені О.О. Богомольця^{33 34}. Використані декілька моделей, які передбачають співставлення можливого надходження пестициду із харчовими продуктами (яблука, виноград) (МДНПП) з допустимим надходженням з харчовими продуктами (ДДНП), відповідно до вимог комплексного гігієнічного нормування (табл. 5).

Інтегральну оцінку потенційної небезпеки впливу д.р. пестицидів на організм людини при вживанні контамінованої сільськогосподарської продукції (яблук та винограду) здійснено з урахуванням допустимої добової дози, середньодобового споживання продукту та періоду напівруйнування у вегетуючих сільськогосподарських рослинах (табл. 6).

Оцінювали інтегральний показник небезпечності досліджуваних пестицидів при потраплянні в організм людини з яблуками та виноградом згідно класу небезпечності за сумою балів.

З урахуванням принципів комплексного гігієнічного нормування харчовими продуктами в організм людини може надійти 70% від допустимого добового надходження пестициду. З урахуванням даного принципу було розраховано допустимого добового надходження пестициду з продуктами ДДНПП, яке склало для інсектицидів 0,0084 мг/добу до 1,26 мг/добу, фунгіцидів – 0,084-4,2 мг/добу, гербіцидів – 0,126-0,42 мг/добу, 1-МЦП – 0,0378 мг/добу.

Можливе добове надходження інсектицидів з продуктами (МДНПП) становили 0,003-0,016 мг/добу, фунгіцидів – 0,008-1,644 мг/добу, гербіцидів – 0,007-0,066 мг/добу, регулятора росту рослин – 0,002 мг/добу.

Отримані результати свідчать про те, що величини ризику при споживанні яблук і винограду, вирощених при застосуванні досліджуваних пестицидів є в межах допустимих (менше 1).

На наступному етапі використовували методику оцінки інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП). Даний показник враховую добове споживання продукту, стійкість пестицидів у вегетуючих сільськогосподарських культурах, а також величину ДДД.

³³ Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Ставніченко П.В. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування небезпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів) *Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я*. № 29-2018. <http://ir.libraryntnu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf> (дата звертання: 10.07.2024).

³⁴ Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Korshun M.M. (2018). Hygienic substantiation of forecasting model of hazard for human when consuming agricultural products contaminated with (on pyrazolecarboxamide class fungicides example). *International scientific periodical journal «The Unity of science»*, 46-48 (дата звертання: 13.07.2024).

Таблиця 5

**Оцінки ризику несприятливого впливу пестицидів,
рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників,
на здоров'я людини при споживанні сільськогосподарської
продукції, вирощеної при їх застосуванні**

Діюча речовина (Екстракт)	Культура	ДДН, мг/кг	МДР, мг/кг	Добове споживання продукту, г/добу*	МДНП, мг/кг	Σ МДНП, мг/кг	ДДН, мг/кг	ДДНП, мг/кг	P					
Агропромисловий сектор														
Інсектициди														
Міфальметин (Міфенов)	яблуня	0,03	0,03	164,4	0,003	0,067	1,8	0,28	$5,79 \cdot 10^{-01}$					
	виноград	0,04	0,03		0,004									
	яблуня	0,03	0,02		0,003					0,18	0,126	2,61	$0,61$	
	яблуня	0,01	0,05		0,008					0,3	0,42	1,86	$0,63$	
	яблуня	0,01	0,1		0,016					0,3	0,42	3,81	$0,63$	
	яблуня	0,01	0,05		0,003					0,067	0,06	0,842	1,47	$0,65$
	яблуня	0,02	0,2		0,033					-	1,2	0,84	3,91	$0,61$
	яблуня	0,002	0,02		0,005					-	0,012	0,0384	3,91	$0,61$
Фунгіциди														
Мілд (Спіроетар)	яблуня	0,05	5	164,4	0,832	1,644	3	2,1	$7,83 \cdot 10^{-06}$					
	виноград	0,05	8		0,832									
Крезоксим-метил (Слайф)	яблуня	0,1	0,05	164,4	0,008	0,016	6	4,2	$3,91 \cdot 10^{-02}$					
	виноград	0,1	0,05		0,008									
Дифенозіл (Серафін Північ)	яблуня	0,02	0,1	164,4	0,016	-	0,12	0,084	$1,96 \cdot 10^{-01}$					
Фенлопіроксид (С.привіт Північ)	яблуня	0,02	0,05		0,008					-	1,2	0,84	$9,78 \cdot 10^{-02}$	

Примітки: 1. ДДН – допустиме добове надходження діючої речовини; 2. МДР – максимально допустимий рівень; 3. ДДНП – допустиме добове надходження пестициду з продуктами; 4. МДНП – можливе добове надходження пестициду з продуктами; 5. ДДН – допустиме добове надходження; 6. ДДНП – допустиме добове надходження пестициду з продуктами; 7. P – величини ризику. Величину ризику (P) визначали шляхом співвідношення МДНП з ДДНП. Оцінка ризику несприятливого впливу пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників в агропромисловому секторі показала, що для інсектицидів величина P була в діапазоні від $5,22 \cdot 10^{-03}$ до $3,91 \cdot 10^{-01}$, фунгіцидів – $3,91 \cdot 10^{-03}$ – $7,83 \cdot 10^{-01}$, гербіцидів – $1,57 \cdot 10^{-01}$ – $1,83 \cdot 10^{-01}$, регулятору росту рослин – $4,35 \cdot 10^{-02}$. При застосуванні інсектицидів в особистих підсобних господарствах – $2,45 \cdot 10^{-03}$ – $3,91 \cdot 10^{-02}$, фунгіцидів – $7,83 \cdot 10^{-01}$ (табл. 5).

Виконані нами обчислення показали, що досліджувані інсектициди належать до 3–4 класу небезпечності (мало- або помірно небезпечні), фунгіциди – також належать до 3–4 класу небезпечності (мало- або помірно небезпечні), гербіциди та регулятор росту рослин – до 3 класу небезпечності (помірно небезпечні) після застосування досліджуваних пестицидних формуляцій в промислових умовах (табл. 6).

Після застосування досліджуваних пестицидів в особистих підсобних господарствах досліджувані інсектициди також належать до 3–4 класу небезпечності мало- або помірно небезпечні, фунгіцид – до 3 класу небезпечності (помірно небезпечні) (табл. 6).

³⁵ Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).

В результаті виконаної роботи обґрунтовані медико-санітарні нормативи (МДР досліджуваних пестицидів в яблуках, винограді та їх соках, строки очікування до збирання врожаю) (табл. 7, 8).

Таблиця 6

Оцінки ризику несприятливого впливу пестицидів на здоров'я людини при яблук і винограду, вирощених при їх застосуванні

Діючі речовини (Препарат)	Культура	Тод, дб	Кали	ДДД, мг/кг	Кали	Добова споживання продукту "Людськ"	Кали	ПНВП	Клас небезпечності			
									1 макс. небезпечні 3-5 класи	2 помірно небезпечні 6-8 класи	3 небезпечні 9-11 класи	4 шкідливі небезпечні 12-14 класи
Аграрнопродовольчі сировини												
Яблука												
М. Лозовити (Міланова)	яблука	11,8	2	0,05	1	164,4	2	5				
БіоФасфакс	яблука	8,4	2	0,003	3	164,4	2	7				
Гардіан (Гардіан)	яблука	11,2	2	0,01	2	164,4	2	6				
Гардіан (Бороман)	яблука	10,7	2	0,01	2	164,4	2	6				
Супер-Фитосекор (Супер-Фитосекор)	яблука	8,6	2	0,001	4	164,4	2	8				
Супер-Фитосекор (Супер-Фитосекор)	яблука	8,2	2	0,001	4	164,4	2	8				
Супер-Фитосекор (Супер-Фитосекор)	яблука	18,1	3	0,02	2	164,4	2	7				
Супер-Фитосекор (Супер-Фитосекор)	яблука	12,1	2	0,003	4	164,4	2	8				
Виноград												
М. Лозовити (Міланова)	яблука	13,7	3	0,05	1	164,4	2	6				
БіоФасфакс	яблука	20,1	3	0,05	1	164,4	2	6				
Гардіан (Гардіан)	яблука	9	2	0,1	1	164,4	2	5				
Аграрнопродовольчі (Сировини)	яблука	7	2	0,1	1	164,4	2	5				
Фітосекор (Сировини)	яблука	11,9	2	0,002	4	164,4	2	8				
Фітосекор (Сировини)	яблука	11,3	2	0,02	2	164,4	2	6				
Сировини												
Фітосекор (Сировини)	яблука	8,9	2	0,01	2	164,4	2	6				
Фітосекор (Сировини)	яблука	9,3	2	0,01	2	164,4	2	6				
Фітосекор (Сировини)	яблука	8,2	2	0,003	4	164,4	2	8				
Фітосекор (Сировини)	яблука	8,5	2	0,005	3	164,4	2	7				
Інтегральні показники безпеки												
Т. МДР (Сировини)	яблука	<3	1	0,0009	4	164,4	2	7				
Особливі ризики громадськості												
Сировини (Сировини)	яблука	7,9	2	0,08	1	164,4	2	5				
Сировини (Сировини)	яблука	7,6	2	0,003	3	164,4	2	7				

Примітки: 1. T₅₀ – період напівруйнації пестициду в вегетуючих культурах;
2. ДДД – допустима добова доза, мг/кг; 3. ПНВП – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів.

Таблиця 7

Затвержені медико-санітарні нормативи (МДР) безпечно досліджуваних пестицидів на яблуках, винограді та соку

Пестицид	Діючі речовини												
	м.б.с. м.в.с.	с.ф.с.	а.п.с.	а.п.с. с.р.с.	і.м.с.с.	с.р.с. с.р.с.	с.р.с. с.р.с.	с.р.с. с.р.с.	с.р.с. с.р.с.	с.р.с. с.р.с.	с.р.с. с.р.с.		
яблука	0,32	0,02	0,05	0,1	0,01	0,02	0,2	0,1	0,05	0,02	0,3	0,25	0,01
яблука/соку	0,31	0,01	0,01	0,1	0,01	0,02	0,15	0,05	0,05	0,02	0,35	0,05	0,01
виноград	0,32	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,1	0,25	0,05	-
виноград/соку	0,32	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,1	0,25	0,05	-

Проведено порівняльний аналіз результатів власних натурних досліджень з даними отриманими при застосування пестицидів на

- 36 Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).
- 37 Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).
- 38 Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).
- 39 Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).

інших культурах в ґрунтово-кліматичних ⁴⁰ умовах України та країнах ЄС^{41 42 43 44 45 4647}. Показано, що за результатами власних досліджень величина SCI-GROW при застосуванні інсектицидів у середньому складала $1,45 \times 10^{-03}$, SCI-GROW в країнах ЄС – $1,7 \times 10^{-02}$, за даними натурних досліджень виконаних в ґрунтово-кліматичних умовах України на інших культурах у попередні роки – $0,65 \times 10^{-01}$. Аналіз даного показника в групі фунгіцидів показав, що середня величина SCI-GROW за результатами натурних досліджень склав – $1,6 \times 10^{-02}$, країнах ЄС – $7,57 \times 10^{-03}$, ґрунтово-кліматичних умовах України – $3,79 \times 10^{-03}$. В групі гербіцидів SCI-GROW (власні дослідження) – $3,26 \times 10^{-03}$, в країнах ЄС – $3,0 \times 10^{-02}$, Україні – $5,12 \times 10^{-03}$.

⁴⁰ МОЗ № 55 від 02.02.2016 Про затвердження Державних медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів (із змінами) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0207-16#Text> (дата звертання: 10.07.2024)

⁴¹ Білоус О.С., Вавриневич О.П. Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур у приватному секторі України. Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph. 1st ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”. 2023. 156-170. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6> (дата звертання: 11.07.2024)

⁴² PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>. (дата звертання: 05.07.2024).

⁴³ Antonenko A. M., Vavrinevych O. P., Omelchuk S. T., Korshun M. M. Comparative hygienic risk assessment of groundwater contamination by herbicides of different chemical classes and hazard prediction for human after consumption of contaminated water Journal of Education, Health and Sport. 2016. 6(9). P. 873-882. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161844> (дата звертання: 10.07.2024)

⁴⁴ Anna M. Antonenko1, Bohdan I. Shpak, Olena P. Vavrinevych1, Sergii T. Omelchuk1, Tetiana I. Zinchenko Hygienic substantiation of necessity for monitoring in the environmental objects of sdhi fungicides considering their possible impact on the thyroid gland . Wiad Lek. 2020. 73(9). p. II, P. 2000-2003. DOI: 10.36740/WLek202009219 (дата звертання: 05.07.2024)

⁴⁵ Antonenko, A., Vavrinevych, O., Korshun, M., & Omelchuk, S. Development of a Method for Prediction of Risk of Surface and Groundwater Contamination with Pesticides and Their Dangerous Aspects for Human Health. 2019. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.83600 (дата звертання: 10.07.2024)

⁴⁶ А. М. Антоненко, А. А. Борисенко, С. Т. Омельчук, І. М. Пельо, В. В. Бабієнко Гігієнічна оцінка міграції пестицидів у ґрунтові та поверхневі води після обробки агрокультур із використанням інноваційних методів та встановлення ризику впливу на здоров'я людини Одеський медичний журнал. 2023. № 2 . DOI:<https://doi.org/10.32782/2226-2008-2023-2-15>. (дата звертання: 11.07.2024)

⁴⁷ Martiianova Y., & Korshun , M. (2021). Forecasting the degree of pollution in soil, underground and surface water sources by pesticides from the triazolones, triketones and carboxamides classes in a wide range in soil – climatic conditions. The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal, 124(2), 77-88. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.2\(124\).2021.77-88](https://doi.org/10.32345/USMYJ.2(124).2021.77-88) (дата звертання: 14.07.2024)

Таблиця 8

**Затверджені медико-санітарні нормативи безпечного
застосування досліджуваних пестицидів на яблунях
та виноградниках**

Препарат	Строки очікування до збирання врожаю	
	яблуні	виноградники
Інсектициди		
Мілбенек	21	28
Требон	21	-
Корморан	30	-
Протект	40	30
Блокбастер	30	-
Сарапе	14	-
Турбо Престо*	30	-
Блокбастер*	30	-
Фунгіциди		
Лайфсул	30	-
Блюстар	20	30
Блюстар*	20	30
Скай	30	50
Серкадіс Плос	30	-
Гербіциди		
Зумер	не потреб	не потреб
Гліфоголд	не потреб	не потреб
Регулятор росту рослин		
Харвест Смарт	не потреб	-

*Примітки: * – в умовах особистих підсобних господарств*

Порівняльна оцінка ризику для людини проведена також за індексом потенційного забруднення ґрунтових та поверхневих вод (LEACH_{mod}). Величина LEACH досліджуваних інсектицидів за даними власних досліджень середньому склала 24,71, за іншими даним досліджень, виконаних в ґрунтово-кліматичних умовах України – 1578,8, фунгіцидів – 0,17 і 0,46, відповідно, гербіцидів – 0,00085 і 262256, відповідно.

Порівняльний аналіз отриманих результатів показав, що немає достовірних відмінностей між величинами SCI-GROW та LEACH досліджуваних інсектицидів, фунгіцидів та гербіцидів, отриманих за результатами власних досліджень з іншими даними ($p > 0,05$).

Величини ризику небезпечного впливу пестицидів при споживанні ґрунтових вод та сільськогосподарської продукції є в межах допустимих (менше 1) ⁴⁸⁴⁹⁵⁰⁵¹⁵²⁵³⁵⁴.

Висновки

1. Доведено, що за інтегральний показник небезпечності при надходженні досліджуваних пестицидів у воду (ІПНВ) більшість досліджуваних пестицидів належать до мало та помірно небезпечних (4–3 клас), за винятком ацетаміприду, дифеноконазолу, які є небезпечними (2 клас) та клотіанідину – високо небезпечний (1Б клас) та інтегральним показником небезпечності при вживанні вод продуктів (ІПНВП) усі досліджувані пестициди належать до 3–4 класу небезпечності (мало– або помірно небезпечні).

2. Встановлено, що величини ризику для населення небезпечного впливу досліджуваних пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників, при споживанні ґрунтових вод, а також сільськогосподарської продукції (яблук та винограду), вирощеної при їх застосуванні є допустимими (менше 1).

⁴⁸ Білоус О.С., Вавріневич О.П. Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та багрянних культур у приватному секторі України. Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph. 1st ed. Riga, Latvia : "Baltija Publishing". 2023. 156-170. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6> (дата звертання: 11.07.2024)

⁴⁹ PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ footprint/en/>. (дата звертання: 05.07.2024).

⁵⁰ Antonenko A. M., Vavrinevych O. P., Omelchuk S. T., Korshun M. M. Comparative hygienic risk assessment of groundwater contamination by herbicides of different chemical classes and hazard prediction for human after consumption of contaminated water Journal of Education, Health and Sport. 2016. 6(9). P. 873-882. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161844> (дата звертання: 10.07.2024)

⁵¹ Anna M. Antonenko1, Bohdan I. Shpak, Olena P. Vavrinevych1, Sergii T. Omelchuk1, Tetiana I. Zinchenko Hygienic substantiation of necessity for monitoring in the environmental objects of sdhi fungicides considering their possible impact on the thyroid gland . Wiad Lek. 2020. 73(9). p. II, P. 2000-2003. DOI: 10.36740/WLek202009219 (дата звертання: 05.07.2024)

⁵² Antonenko, A., Vavrinevych, O., Korshun, M., & Omelchuk, S. Development of a Method for Prediction of Risk of Surface and Groundwater Contamination with Pesticides and Their Dangerous Aspects for Human Health. 2019. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.83600 (дата звертання: 10.07.2024)

⁵³ А. М. Антоненко, А. А. Борисенко, С. Т. Омельчук, І. М. Пельо, В. В. Бабієнко Гігієнічна оцінка міграції пестицидів у ґрунтові та поверхневі води після обробки агрокультур із використанням інноваційних методів та встановлення ризику впливу на здоров'я людини Одеський медичний журнал. 2023. № 2 . DOI:<https://doi.org/10.32782/2226-2008-2023-2-15>. (дата звертання: 11.07.2024)

⁵⁴ Martiianova Y., & Korshun , M. (2021). Forecasting the degree of pollution in soil, underground and surface water sources by pesticides from the triazolones, triketones and carboxamides classes in a wide range in soil – climatic conditions. The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal, 124(2), 77-88. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.2\(124\).2021.77-88](https://doi.org/10.32345/USMYJ.2(124).2021.77-88) (дата звертання: 14.07.2024)

3. Обґрунтовано медико-санітарні нормативи, що дозволить зменшити ризик небезпечного впливу досліджуваних груп пестицидів, при їх застосуванні на яблуневих садах та виноградниках.

Отримані результати доцільно використовувати при встановленні необхідності виконання контролю вмісту залишків пестицидів в сільськогосподарській продукції та у воді підземних і поверхневих джерел, здійснення моніторингових досліджень в регіонах з інтенсивно розвинутим сільськогосподарським виробництвом.

Анотація

Пестициди – є речовинами, які можуть накопичуватись у об'єктах довкілля (вода, ґрунт, сільськогосподарська продукція), живі організми. Серед шляхів мінімізації ризику негативного впливу пестицидів є впровадження дієвих регуляторних заходів, контроль залишків пестицидів у об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині.

Мета даного дослідження оцінка ризику для населення небезпечного впливу пестицидів, дозволених для застосування на яблуневих садах і виноградниках для розробки дієвих заходів профілактики їх негативного впливу на здоров'я людини та вибору критеріїв, що слід враховувати при виконанні моніторингових досліджень.

В роботі використані наступні методи – натурного і лабораторного експерименту, хроматографічні методи, математичного моделювання, статистичної обробки з використанням пакету статистичних програми IBM SPSS StatisticsBase v.22 та MS Excel.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що величини ризику для населення небезпечного впливу досліджуваних інсектицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників в агропромисловому комплексі, при споживанні ґрунтових вод складали $1,21 \times 10^{-07}$ – $1,25 \times 10^{-04}$, фунгіцидів – $5,35 \times 10^{-06}$ – $1,32 \times 10^{-02}$, гербіцидів – $8,25 \times 10^{-06}$ – $6,79 \times 10^{-03}$. В умовах особистих підсобних господарств величини ризику для інсектицидів складали – $1,92 \times 10^{-07}$ – $9,44 \times 10^{-05}$, фунгіциду – $2,98 \times 10^{-02}$ та були допустимими (менше 1).

Оцінка небезпечності пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників, при їх надходженні в підземні та поверхневі води показала, що більшість досліджуваних пестицидів належать до мало та помірно небезпечних (4-3 клас), за винятком ацетаміприду, дифеноконазолу, які є небезпечними (2 клас) та клотанідіну – високо небезпечний (1Б клас).

Встановлено, що величини ризику несприятливого впливу пестицидів, рекомендованих для захисту яблуневих садів та виноградників в промислових умовах та особистих підсобних господарствах, на здоров'я людини при споживанні сільськогосподарської продукції (яблук та винограду), вирощеної при їх застосуванні є допустимими (менше 1).

За інтегральним показником небезпечності при вживанні продуктів (ПНВП) усі досліджувані пестициди належать до 3–4 класу небезпечності (мало– або помірно небезпечні).

Отримані результати доцільно використовувати при встановленні необхідності виконання контролю вмісту залишків пестицидів в сільськогосподарській продукції та у воді підземних і поверхневих джерел, здійснення моніторингових досліджень в регіонах з інтенсивно розвинутим сільськогосподарським виробництвом.

Література

1. Pesticides in rivers, lakes and groundwater in Europe. Published 09 Feb 2024. EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/pesticides-in-rivers-lakes-and?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8> (дата звертання: 01.07.2024).
2. Rad SM, Ray AK, Barghi S. Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*. 2022. 4(4), P. 1088-1102. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040066> (дата звертання: 05.07.2024).
3. Srivastava M, Malin B, Srivastava A, Yadav A, Banger A Role of Pesticides in Water Pollution. *Agri Sci Food Res*. 2022. 13, P. 495. <https://www.longdom.org/open-access/role-of-pesticides-in-water-pollution-92611.html> (дата звертання: 01.07.2024).
4. Syafrudin M, Kristanti RA, Yuniarto A, Hadibarata T, Rhee J, Al-Onazi WA, Algarni TS, Almarri AH, Al-Mohaimed AM. Pesticides in Drinking Water-A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Jan 8;18(2), P.468. doi: 10.3390/ijerph18020468. (дата звертання: 11.07.2024).
5. Gilliom R.J., Barbash J.E., Crawford C.G., Hamilton P.A., Martin J.D., Nakagaki N., Nowell L.H., Scott J.C., Stackelberg P.E., Thelin G.P., et al. *Pesticides in the Nation's Streams and Ground Water*, 2006. P.1992–2001. US Geological Survey; Reston, WC, USA: <https://doi.org/10.3133/cir1291> (дата звертання: 07.07.2024).
6. Leng, Bo. Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. 74. P.1285-1289. 10.54097/7wc57g15. (дата звертання: 05.07.2024).
7. Leskovic, Andreja, and Sandra Petrović. Pesticide Use and Degradation Strategies: Food Safety, Challenges and Perspectives. *Foods*. 2023. 12, №14, P. 2709. <https://doi.org/10.3390/foods12142709>. (дата звертання: 05.07.2024).
8. Kingsley Nwosu, O., & John, A. Chemical Pesticides and Food Safety. *IntechOpen*. 2022. doi: 10.5772/intechopen.102395. (дата звертання: 05.07.2024).
9. Salman Munir, Asad Azeem, Muhammad Sikandar Zaman, Muhammad Zia Ul Haq, (2024). From field to table: Ensuring food safety by reducing pesticide residues in food. *Science of The Total Environment*, Vol. 922, P. 171382, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171382>. (дата звертання: 05.07.2024).
10. Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Коршун М.М. Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду *Пам. 105429 UA, МПК А61В 10/00 (2016.01)*; Заявник та патентовласник Національний

медичний університет імені О.О. Богомольця. № у 2015 06528; заявл. 03.07.2015; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4 с.

11. Вавріневич О.П., Антоненко А.М., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. Новохацька О.О. Модель комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні з ґрунту у ґрунтові води. *Інформаційний лист* № 191-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

12. Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Шпак Б.І. Модель оцінки ризику забруднення ґрунтових і поверхневих вод пестицидами та прогнозування небезпеки при їх потрапленні в організм людини з водою. *Інформаційний лист* № 192-2019. м. Київ. 2019. 4 с.

13. Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Ставніченко П.В. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування небезпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів) *Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я*. № 29-2018. <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf> (дата звертання: 10.07.2024).

14. Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Korshun M.M. (2018). Hygienic substantiation of forecasting model of hazard for human when consuming agricultural products contaminated with (on pyrazolecarboxamide class fungicides example). *International scientific periodical journal «The Unity of science»*, 46-48 (дата звертання: 13.07.2024).

15. Постанова № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення» / КМ України, Київ, 2016 (дата звертання: 10.07.2024).

16. МОЗ №55 від 02.02.2016 Про затвердження Державних медико-санітарних нормативів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів (Із змінами) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0207-16#Text> (дата звертання: 10.07.2024)

17. Білоус О.С., Вавріневич О.П. Оцінка ризику для населення при вимиванні з ґрунту в ґрунтові води різних груп пестицидів, рекомендованих для захисту ягідних та баштанних культур у приватному секторі України. *Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: Scientific monograph. 1st ed. Riga, Latvia : "Baltija Publishing". 2023. 156-170.* <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-6> (дата звертання: 11.07.2024)

18. PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>. (дата звертання: 05.07.2024).

19. Antonenko A. M., Vavrinevych O. P., Omelchuk S. T., Korshun M. M. Comparative hygienic risk assessment of groundwater contamination by herbicides of different chemical classes and hazard prediction for human after consumption of

contaminated water *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. 6(9). P. 873-882. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161844> (дата звертання: 10.07.2024)

20. Anna M. Antonenko¹, Bohdan I. Shpak, Olena P. Vavrinevych¹, Sergii T. Omelchuk¹, Tetiana I. Zinchenko Hygienic substantiation of necessity for monitoring in the environmental objects of sdhi fungicides considering their possible impact on the thyroid gland . *Wiad Lek*. 2020. 73(9). р. II, P. 2000-2003. DOI: 10.36740/WLek202009219 (дата звертання: 05.07.2024)

21. Antonenko, A., Vavrinevych, O., Korshun, M., & Omelchuk, S. Development of a Method for Prediction of Risk of Surface and Groundwater Contamination with Pesticides and Their Dangerous Aspects for Human Health. 2019. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.83600 (дата звертання: 10.07.2024)

22. А. М. Антоненко, А. А. Борисенко, С. Т. Омельчук, І. М. Пельо, В. В. Бабієнко Гігієнічна оцінка міграції пестицидів у ґрунті та поверхневій воді після обробки агрокультур із використанням інноваційних методів та встановлення ризику впливу на здоров'я людини *Одеський медичний журнал*. 2023. № 2 . DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-2008-2023-2-15>. (дата звертання: 11.07.2024)

23. Martiianova Y., & Korshun , M. (2021). Forecasting the degree of pollution in soil, underground and surface water sources by pesticides from the triazolones, triketones and carboxamides classes in a wide range in soil – climatic conditions. The *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 124(2), 77-88. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.2\(124\).2021.77-88](https://doi.org/10.32345/USMYJ.2(124).2021.77-88) (дата звертання: 14.07.2024)

Information about the authors:

Ibrahimova Iryna Vasylivna,

<https://orcid.org/0000-0002-0404-0478>

Postgraduate student at the Department of Hygiene and ecology,
Bogomolets National Medical University
34, Beresteisky ave., Kyiv, 03100 Ukraine

Vavrinevych Olena Petrivna,

<https://orcid.org/0000-0002-4871-0840>

Doctor of Medical Sciences,
Professor at the Department of Hygiene and ecology
Bogomolets National Medical University
34, Beresteisky ave., Kyiv, 03100, Ukraine

Omelchuk Sergii Tykhonovych,

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

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director at the Department of Hygiene and ecology
Bogomolets National Medical University
34, Beresteisky ave., Kyiv, 03100, Ukraine