

OCCUPATIONAL RISK ANALYSIS IN THE APPLICATION OF THE CHLOROACETAMIDE DERIVATIVES**M.V. Kondratiuk¹, T.I. Zinchenko¹, O.P. Vavrinevych¹, A.O. Podust^{1,2}, O.S. Vavrinevych¹**¹*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*²*Hygiene and Ecology Institute affiliated to O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*

Introduction. *The pesticides use can have negative health impacts on workers, necessitating the assessment of occupational risks for individuals in the agricultural sector. The issue of evaluating the harmful effects of pesticides on human health remains highly relevant and requires ongoing regulation and implementation in health protection practices.*

Purpose. *To conduct a hygienic assessment of working conditions and occupational risks for individuals involved in the application of chloroacetamide-based herbicides (S-metolachlor, metazachlor, dimethenamid-P) in Ukraine's agro-industrial sector in order to substantiate health and safety regulations for their safe use.*

Materials and Methods. *Field studies of working conditions and occupational risk assessments were carried out in accordance with current Ukrainian legislation. The levels of chloroacetamide compounds (S-metolachlor, metazachlor, dimethenamid-P) were analyzed in the air of the working zone, drift zones, surface swabs and patches on protective clothing, and soil using chromatographic methods. Statistical analysis was performed using MedStat v.5.2 software (Copyright© 2003-2019) and Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (version 2305, build 16.0.16501.20074).*

Results. *The analysis of the results of the calculations of the occupational risk values of the studied herbicides showed that in all cases it is acceptable (less than 1). A significant difference in the risks of inhalation and dermal exposure between refuelers and tractor drivers was found to be 0.1195 ± 0.01883 (95% CI: 0.0072-0.1434) and 0.0608 ± 0.06307 , respectively. (95% CI: 0.0308-0.1022) and 0.239 ± 0.03721 (95% CI: 0.0287-0.2868) and 0.0458 ± 0.03335 u.o. (95% CI: 0.0229-0.2445), respectively: the inhalation risk was significantly higher among tractor drivers (the trends of central values differ at the significance level of $p < 0.001$ according to the Wilcoxon T-test), on the other hand, the risk of dermal exposure was higher among fuel workers ($p < 0.001$ according to the Wilcoxon T-test); in general, the complex risk (the sum of inhalation and dermal risks) was significantly higher in tractor drivers compared to the exposure risk determined in fuel workers (0.3326 ± 0.05767 ; 95% CI: 0.044-0.4357 vs. 0.1915 ± 0.07177 ; 95% CI: 0.0359-0.2456 at $p < 0.031$ according to the Wilcoxon test).*

Conclusions. *It has been established that the working conditions of professional contingents meet the hygienic requirements if the agrotechnical and sanitary standards for the use of pesticide formulations based on chloracetamides have been observed. The values of the occupational risk of hazardous exposure to the studied herbicides were calculated and it was established that it was acceptable (less than 1). The medical and sanitary standards for the safe use of herbicides Akris, Tanaris, Frontier Optima, Rapex, Sultan Twin, S-Metolachlor-Star, Akebono, Deluge Extra, Deluge, Cougar Plus, Literon, Metoram, Milonga, Novante, Parus, Simba based on current substances of chloracetamides - terms of exiting the treated areas for mechanized/manual work: 3 days/ not required.*

Keywords: *chloroacetamides, working zone air, soil, occupational risk, working conditions.*

АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПОХІДНИХ ХЛОРАЦЕТАМІДІВ**М.В. Кондратюк¹, Т.І. Зінченко¹, О.П. Вавріневич¹, А.О. Подуст^{1,2}, О.С. Вавріневич¹**¹*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна*²*Інститут гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна*

Вступ. *Відомо, що застосування пестицидів може мати негативні наслідки для здоров'я працівників, і це вимагає проведення оцінки професійного ризику для працівників сільськогосподарської галузі. Проблема оцінки ризику шкідливого впливу пестицидів на людину залишається надзвичайно актуальною і потребує постійного регулювання та імплементації в роботу охорони здоров'я.*

Мета: *гігієнічна оцінка умов праці та професійного ризику для осіб, задіяних при застосуванні гербіцидів на основі речовин класу хлорацетамідів (S-метолахлору, метазахлору, диметенамиду-П) в агропромисловому секторі України для обґрунтування медико-санітарних нормативів їх безпечного використання.*

Матеріали та методи. *Натурні дослідження умов праці та оцінку професійного ризику проводили згідно чинного законодавства України. Досліджено вміст сполук класу хлорацетамідів (S-метолахлору, метазахлору, диметенамиду-П) в повітрі робочої зони, зоні зносу, змивах і нашивках на спецодязі та в ґрунті*

за допомогою хроматографічних методів. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм MedStat v.5.2 (Copyright® 2003-2019) та Microsoft® Excel® для Microsoft 365 MSO (версія 2305 збірка 16.0.16501.20074).

Результати. Аналіз результатів обчислень величин професійного ризику досліджуваних гербіцидів показав, що у всіх випадках він є допустимим (менше 1). Було виявлено достовірне розходження ризиків інгаляційного та дермального впливу між заправниками та трактористами $0,1195 \pm 0,01883$ (95% ДІ: $0,0072-0,1434$) та $0,0608 \pm 0,06307$ у.о. (95% ДІ: $0,0308-0,1022$) і $0,239 \pm 0,03721$ (95% ДІ: $0,0287-0,2868$) та $0,0458 \pm 0,03335$ у.о. (95% ДІ: $0,0229-0,2445$), відповідно: у трактористів інгаляційний ризик був достовірно вищим (тенденції центральних значень відрізняються на рівні значимості $p < 0,001$ за Т-критерієм Вілкоксона), натомість, у заправників ризик дермального впливу був вищим ($p < 0,001$ за Т-критерієм Вілкоксона); в цілому комплексний ризик (сума інгаляційного та дермального ризиків) був достовірно вищим у трактористів порівняно із таким ризиком впливу, що визначається у заправників ($0,3326 \pm 0,05767$; 95% ДІ: $0,044-0,4357$ проти $0,1915 \pm 0,07177$; 95% ДІ: $0,0359-0,2456$ при $p < 0,031$ за Т-критерієм Вілкоксона)..

Висновки. Встановлено, що при дотриманні агротехнічних і медико-санітарних нормативів застосування пестицидних формуляцій на основі хлорацетамідів умови праці професійних контингентів відповідають гігієнічним вимогам. Розраховані величини професійного ризику небезпечного впливу досліджуваних гербіцидів та встановлено, що він є допустим (менше 1). Обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечно застосування гербіцидів Акріс, Танарис, Фронт'єр Оптима, Рапекс, Султан Твин, S-Метолахлор-Стар, Акебоно, Делуге Екстра, Делуге, Коугар Плюс, Літерон, Меторам, Милонга, Нованте, Парус, Симба на основі діючих речовин хлорацетамідів – строки виходу на оброблені території для виконання механізованих/ручних робіт: 3 доби/ не потребує..

Ключові слова: хлорацетаміди, повітря робочої зони, ґрунт, професійний ризик, умови праці.

Вступ. Ведення сільськогосподарського виробництва в сучасних реаліях не можливе без використання хімічних засобів захисту рослин. Відомо, що їх застосування може спричиняти негативні ефекти на здоров'я працівників і населення, а також біорізноманіття [1, 2]. Дана ситуація вимагає оцінку професійного ризику для працівників сільськогосподарської галузі, а також для населення в цілому. Проблема оцінки ризику негативного впливу пестицидів на людини залишається актуальною і потребує постійного регулювання та імплементації в роботу охорони здоров'я [3, 4, 5].

Офіційні дані Державної служби статистики України свідчать, що у 2022 році пестициди використовували в Україні на площі 12913,5 тис. га. Найбільшу частку по обсягам використання в сільськогосподарському виробництві становили гербіциди. Аналіз структури гербіцидів за хімічними класами показав, що обсяги застосування сполук класу амідів та анілідів складали в середньому $8041756,6 \pm 479822,3$ кг ($47,0 \pm 0,9\%$) (Рис. 1) [6].

Мета роботи: гігієнічна оцінка умов праці та професійного ризику для осіб, задіяних при застосуванні гербіцидів на основі речовин класу хлорацетамідів (S-метолахлору, метазахлору, диметенаміду-II) в агропромисловому секторі України для обґрунтування медико-санітарних нормативів їх безпечного використання.

Матеріали та методи дослідження. Виконано натурні експерименти з дослідження умов праці осіб, задіяних при

застосуванні пестицидів для захисту сої та ріпаку відповідно до національних підходів [7]. Умови застосування досліджуваних пестицидів наведено в (табл.1).

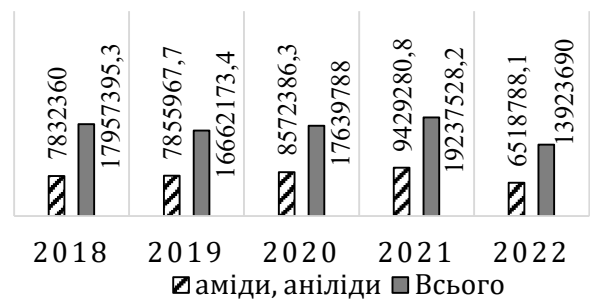


Рисунок 1. Структура обсягів застосування гербіцидів (кг), в тому числі класу амідів і анілідів у період з 2018 по 2022 роки [6]

При здійсненні робіт всі задіяні особи працювали у спеціальному одязі, а саме в комбінезоні із синтетичної тканини та черевиках, а також використовували гумові рукавички та респіратори. Всі робітники пройшли спеціальну підготовку та мали допуск до роботи з пестицидами й агрохімікатами. До початку проведення робіт та після їх завершення був проведений медичний огляд працюючих, який включав вимірювання артеріального тиску, пульсу, оцінювання стану шкірних покривів, враховували також наявність скарг на загальне самопочуття. Метеорологічні умови в період проведення робіт відповідали вимогам [8]. Умови виконання лабораторних досліджень відібраних зразків повітря робочої зони, атмосферного повітря, звивів з поверхні шкіри

працюючих та нашивок на спецодязі, ґрунту наведено на табл. 2.

Оцінка професійного ризику виконана на підставі даних натурного експерименту згідно з [7].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм MedStat v.5.2 (Copyright© 2003-2019) та Microsoft® Excel® для Microsoft 365 MSO (версія 2305 збірка 16.0.16501.20074).

Результати дослідження та їх обговорення. Виходячи з результатів натурних досліджень вмісту діючих речовин класу хлорацетамідів показано, що не відбувалося перевищення їх медико-санітарних нормативів в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі (зоні зносу) в день обробки досліджуваними гербіцидами, через 3 і 7 діб після обробки.

Таблиця 1

Умови застосування пестицидів на основі гербіцидів класу хлорацетамідів в агропромисловому секторі України

| Діючі речовини | Назва препарату | Норма витрат препарату, кг(л)/га | Норма витрати робочої рідини, л/га | Викорис-тана техніка |
|----------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| диметенамід-П | Акріс, СЕ | 3,0 | 300 | ОПШ-2000 |
| | Танарис, СЕ | 2,0 | 300 | |
| | Фронт'єр Оптима, КЕ | 1,4 | 300 | |
| метазахлор | Рапекс 500 Sc, КС | 2,0 | 250 | |
| | Султан Твин, КС | 2,5 | 300 | |
| S-метолахлор | S-Метолахлор-Стар, КЕ | 1,6 | 200 | |
| | Акебоно 900, КС | 2,5 | 300 | |
| | Делуге Екстра 500, КЕ | 4,5 | 300 | |
| | Делуге, КЕ | 1,6 | 250 | |
| | Коугар Плюс, КС | 4,5 | 300 | |
| | Літерон, КС | 2,0 | 300 | |
| | Меторам, СЕ | 5,0 | 200 | |
| | Милонга, СЕ | 4,5 | 300 | |
| | Нованте, КС | 4,5 | 200 | |
| | Парус 500, КС | 4,5 | 200 | |
| | Симба, КЕ | 1,6 | 300 | |

Таблиця 2

Медико-санітарні нормативи, методи хроматографічного аналізу, межі кількісного визначення та досліджуваних гербіцидів

| Діюча речовина | | Повітря робочої зони, мг/м ³ | Атмосферне повітря, мг/м ³ | Змиви і нашивки на спецодязі, мг/поверхні (мг/дм ²) | Ґрунт, мг/кг |
|----------------|-----------------|---|---------------------------------------|---|----------------|
| диметенамід-П | ОБРВ | 0,005 | 0,008 | - | 0,028 |
| | Метод [№ затв.] | ГРХ [6231-91] | ВЕРХ [578-2005] | ВЕРХ [578-2005] | ГРХ [6232-91] |
| | МКВ | 0,005 | 0,008 | 0,002 | 0,02 |
| | МВ | 0,0025 | 0,004 | 0,001 | 0,01 |
| метазахлор | ОБРВ | 0,05 | 0,008 | - | 0,04 |
| | Метод [№ затв.] | ГРХ [6138-91] | ГРХ [450-2003] | ГРХ [450-2003] | ГРХ [6139-91] |
| | МКВ | 0,05 | 0,008 | 0,001 | 0,03 |
| | МВ | 0,025 | 0,004 | 0,0005 | 0,01 |
| S-метолахлор | ОБРВ | 0,5 | 0,01 | - | 0,02 |
| | Метод [№ затв.] | ГРХ [168-99] | ГРХ [168-99] | ГРХ [168-99] | ГРХ [795-2007] |
| | МКВ | 0,5 | 0,01 | 0,002 | 0,02 |
| | МВ | 0,25 | 0,005 | 0,001 | 0,01 |

Примітки: ГРХ- газорідинна хроматографія, ВЕРХ – високоефективна хроматографія

Представлені дані в таблицях 3 і 4 свідчать, що вміст сполук класу хлорацетамідів в ґрунті в день обробки, через 3 і 7 діб після обробки перевищував медико-санітарні нормативи (ГДК у ґрунті S-метолахлору – 0,02 мг/кг, диметенаміду-П – 0,028 мг/кг, метазахлору – 0,04 мг/кг).

При цьому, у повітрі робочої зони над ділянкою через 1 годину, 3 і 7 діб після застосування гербіцидів Акріс, Танаріс, Фронт'єр Оптима, Рапекс, Султан Твин, S-Метолахлор-Стар, Акебоно, Делуге Екстра,

Делуге, Коугар Плюс, Лігерон, Меторам, Милонга, Нованте, Парус, Симба концентрації діючих речовин не перевищували медико-санітарні нормативи (табл. 2).

Враховуючи вміст сполук класу хлорацетамідів в ґрунті через 3 доби після обприскування та величину ГДК ґрунтового пилу у повітрі робочої зони і передбачуване її перевищення в 10 разів, були розраховані концентрації діючих речовин, сорбованих на частинках пилу (Рис. 2).

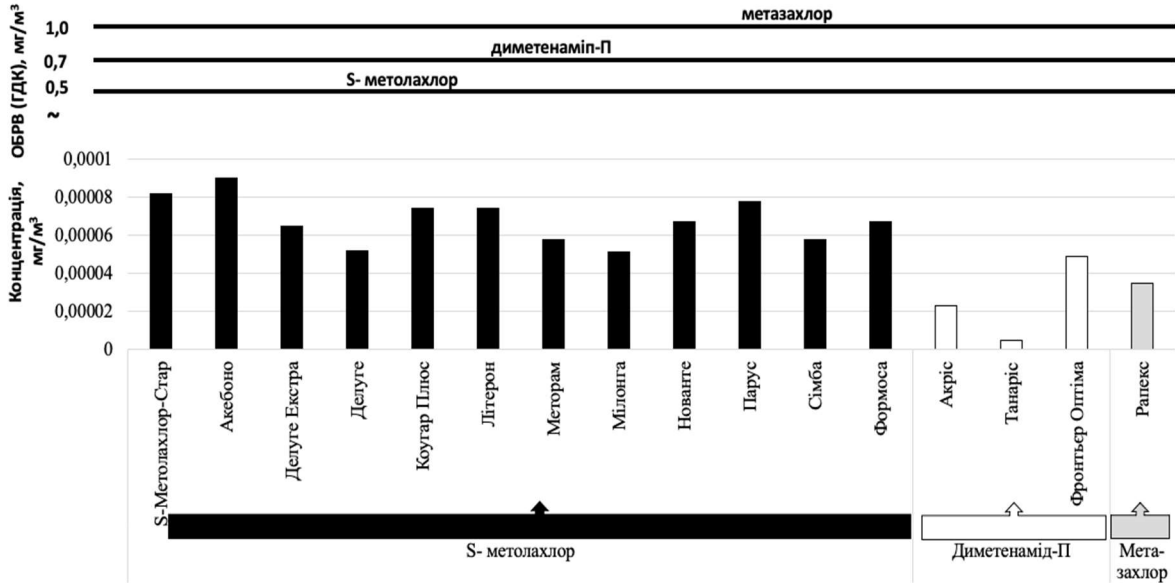


Рисунок 2. Концентрації гербіцидів, похідних хлорацетамідів, сорбованих на пилових частинках в повітрі робочої зони

Через 3 доби після обприскування розраховані концентрації похідних хлорацетамідів не перевищували медико-санітарні нормативи (ОБРВ) в повітрі робочої зони (табл. 2).

Результати натурних досліджень умов праці робітників були використані нами для оцінки професійного ризику при надходженні через шкіру та дихальні шляхи (комплексний вплив) (рис. 3).

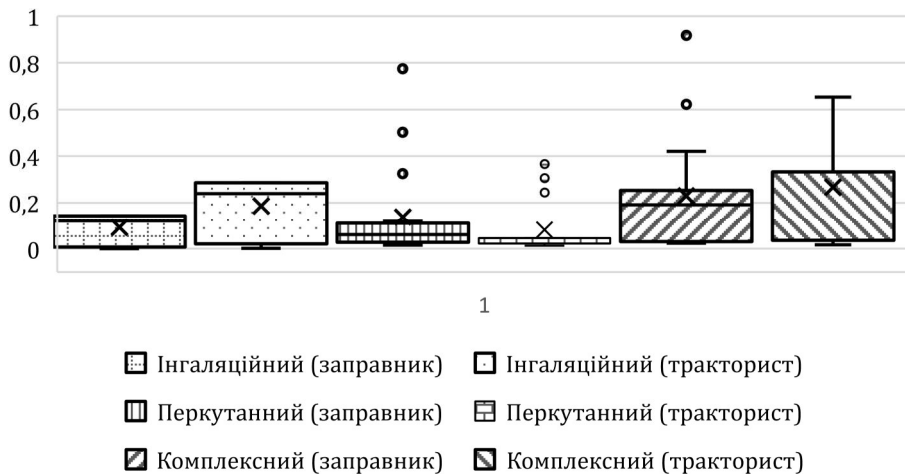


Рисунок 3. Величини інгаляційного і перкутанного та комплексного ризиків працівників при застосуванні гербіцидів похідних хлорацетамідів

Аналіз результатів обчислень величин професійного ризику досліджуваних гербіцидів показав, що у всіх випадках він є допустимим (менше 1).

Було виявлено достовірне розходження ризиків інгаляційного та дермального впливу між заправниками та трактористами $0,1195 \pm 0,01883$ (95% ДІ: 0,0072-0,1434) та $0,0608 \pm 0,06307$ у.о. (95% ДІ: 0,0308-0,1022) і $0,239 \pm 0,03721$ (95% ДІ: 0,0287-0,2868) та $0,0458 \pm 0,03335$ у.о. (95% ДІ: 0,0229-0,2445), відповідно: у трактористів інгаляційний ризик був достовірно вищим (тенденції центральних значень відрізняються на рівні значимості $p < 0,001$ за Т-критерієм Вілкоксона), натомість, у заправників ризик дермального впливу був

Висновки

1. Встановлено, що при дотриманні агротехнічних і медико-санітарних нормативів застосування пестицидних формуляцій на основі хлорацетамідів умови праці професійних контингентів відповідають гігієнічним вимогам.

2. Розраховані величини професійного ризику небезпечного впливу досліджуваних гербіцидів та встановлено, що він є допустим (менше 1).

Література

1. Bruna Gabriele Silva Pinto, Tábatta Kim Marques Soares, Maristela Azevedo Linhares, Nédia Castilhos Ghisi Occupational exposure to pesticides: Genetic danger to farmworkers and manufacturing workers – A meta-analytical review, *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 748. 141382 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141382>
2. C. J. Topping, A. Aldrich, P. Berny Overhaul environmental risk assessment for pesticides. Align Regulation With Environmental Reality And Policy. *SCIENCE*. 2020. Vol 367, Issue 6476. pp. 360-363 [HTTPS://DOI.ORG/10.1126/science.aay1144](https://doi.org/10.1126/science.aay1144)
3. Felix M. Kluxen, Edgars Felkers, Jenny Baumann, Neil Morgan, Christiane Wiemann, Franz Stauber, Christian Strupp, Sarah Adham, Christian J. Kuster Compounded conservatism in European re-entry worker risk assessment of pesticides. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2021. Vol. 121 <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.104864>
4. Fagnoli M, Lombardi M, Puri D, Casorri L, Masciarelli E, Mandić-Rajčević S, Colosio C. The Safe Use of Pesticides: A Risk Assessment Procedure for the Enhancement of Occupational Health and Safety (OHS) Management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16(3):310. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030310>
5. Alessandra Cristina Pupin Silvério I, Isarita Martins II, Denismar Alves Nogueira III, Marco Antônio Santos Mello IV, Edilaine Assunção Caetano de Loyola IV, Miriam Monteiro de Castro Graciano V. Assessment of Primary Health Care for rural workers exposed to pesticides. *Rev. Saúde Pública*. 2020. 54.

вищим ($p < 0,001$ за Т-критерієм Вілкоксона); в цілому комплексний ризик (сума інгаляційного та дермального ризиків) був достовірно вищим у трактористів порівняно із таким ризиком впливу, що визначався у заправників ($0,3326 \pm 0,05767$; 95% ДІ: 0,044-0,4357 проти $0,1915 \pm 0,07177$; 95% ДІ: 0,0359-0,2456 при $p < 0,031$ за Т-критерієм Вілкоксона).

Порівняльний аналіз отриманих результатів оцінки ризику небезпечного впливу з результатами отриманими в ході оцінки ризику при застосуванні інших груп пестицидів показав схожі результати [9-15].

3. Обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування гербіцидів Акріс, Танарис, Фронт'єр Оптима, Рапекс, Султан Твин, S-Метолахлор-Стар, Акебоно, Делуге Екстра, Делуге, Коугар Плюс, Літерон, Меторам, Милонга, Нованте, Парус, Симба на основі діючих речовин хлорацетамідів – строки виходу на оброблені території для виконання механізованих/ручних робіт: 3 доби/ не потребує.

<https://doi.org/10.11606/s1518-8787.202005400145>

6. Державна служба статистики України. Сільське, лісове та рибне господарство: Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур (2018-2022). URL.: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

7. МР 8.8.1.4-162-2009 Методичні рекомендації «Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгаляційного і перкутанного впливу пестицидів на осіб, які працюють з ними або можуть зазнавати впливу пестицидів під час і після хімічного захисту рослин та інших об'єктів». [Затв. МОЗ України № 324 від 13.05.2009.]. К., 2009. 29 с.

8. EN 482:2012+A1:2015 Workplace exposure — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents

9. Омельчук С., Вавриневич О., Антоненко А., Борисенко А., Бардов В., Козярін І. (2018). Гігієнічна оцінка професійного ризику для працівників при застосуванні пестицидів для захисту картоплі. *Медична наука України (МДУ)*, 14 (3-4), 95-102. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3-4.2018.13>

10. Борисенко А., Ткаченко І., Антоненко А. (2021). Порівняльна гігієнічна оцінка умов праці та потенційних ризиків для здоров'я працівників при застосуванні пестицидів у різних техниках. *Трансфер технологій: інноваційні рішення в медицині*, 26-28. <https://doi.org/10.21303/2585-6634.2021.002146>

11. Ткаченко І.В., Антоненко А.М., Борисенко А.А., Коршун О.М., Ліпавська А.О. (2021). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні пестицидних формуляцій на основі спіромезифену та абамектину для працівників сільського господарства. *Український журнал з проблем медицини праці*. 17 (4): 253–260. <https://doi.org/10.33573/ujoh2021.04.253>.
12. Руда, Т. В., Коршун, М. М., & Гаркавий, С. І. (2017). Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні стробілуринових фунгіцидів на посівах олійних культур. *Мир медицини і біології*, 13(2 (60)), 103-110
13. Новохацька О.О., Кондратюк М.В., Гринзовський А.М., Пельо І.М., Бабієнко В.В. Гігієнічна оцінка професійного ризику для працівників при виконанні до-, післясходових обробок гербіцидами посівів соняшника. *Медичні перспективи*. 2024. Т. 29, № 1. С. 193-200. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.1.301252>
14. A. Borysenko, A. Antonenko, S. Omelchuk, O. Korshun, F. Melnychuk, M. Kondratiuk (2024). P19-60 Calculation and comparative hygienic assessment of potential risks when processing agricultural crops using 3RIVE3D technology, *Toxicology Letters*, Volume 399, Supplement 2, Pages S277-S278, ISSN 0378-4274, <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2024.07.669>.
15. Bilous, O. (2024). Hygienic estimation of working conditions and hazard indices for persons involved in the application of pesticides on berries and melon cultures in the conditions of personal peasant farms. *The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 141(3), 79-87. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.79-87) khimichnoho zakhystu roslyn ta inshykh ob'ektiv». [Zatv. MOZ Ukrainy № 324 vid 13.05.2009.] [in Ukrainian].
8. EN 482:2012+A1:2015 Workplace exposure — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents
9. Omelchuk, S., Vavrynevych, O., Antonenko, A., Borysenko, A., Bardov, V., Kozyarin, I. (2018). Hihienichna otsinka profesiinoho ryzyku dlia pratsivnykiv pry zastosuvanni pestytsydiv dlia zakhystu kartopli. *Medychna nauka Ukrainy (MDU)*, 14 (3-4), 95-102. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3-4.2018.13> [in Ukrainian].
10. Borysenko, A., Tkachenko, I., Antonenko, A. (2021). Porivnialna hihienichna otsinka umov pratsi ta potentsiinykh ryzykiv dlia zdorov'ia pratsivnykiv pry zastosuvanni pestytsydiv u riznykh tekhnikakh. *Transfer tekhnolohii: innovatsiini rishennia v medytsyni*, 26-28. <https://doi.org/10.21303/2585-6634.2021.002146> [in Ukrainian].
11. Tkachenko, I.V., Antonenko, A.M., Borysenko, A.A., Korshun, O.M., Lipavska, A.O. (2021). Hihienichna otsinka profesiinoho ryzyku pry zastosuvanni pestytsydivnykh formulatsii na osnovi spiromezifenu ta abamektynu dlia pratsivnykiv silskoho hospodarstva. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*. 17 (4): 253–260. <https://doi.org/10.33573/ujoh2021.04.253> [in Ukrainian].
12. Ruda, T. V., Korshun, M. M., & Harkavyi, S. I. (2017). Hihienichna otsinka profesiinoho ryzyku pry zastosuvanni strobylurynovykh funhitysydiv na posivakh oliinykh kultur. *Myr medytsyny i biolohii*, 13(2 (60)), 103-110 [in Ukrainian].
13. Novokhatska, O.O., Kondratiuk, M.V., Hrynzovskiy, A.M., Pelo, I.M., Babiienko, V.V. (2024). Hihienichna otsinka profesiinoho ryzyku dlia pratsivnykiv pry vykonanni do-, pisliskhodovykh obrobok herbitysydamy posiviv soniashnyka. *Medychni perspektivy*. 29(1), 193-200. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.1.301252> [in Ukrainian].
14. Borysenko, A., Antonenko, A., Omelchuk, S., Korshun, O., Melnychuk, F., Kondratiuk, M. (2024). P19-60 Calculation and comparative hygienic assessment of
- References**
1. Bruna Gabriele Silva Pinto, Tábatta Kim Marques Soares, Maristela Azevedo Linhares, Nédia Castilhos Ghisi Occupational exposure to pesticides: Genetic danger to farmworkers and manufacturing workers – A meta-analytical review, *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 748. 141382 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141382>
2. Topping, C. J., Aldrich, A., Berny, P. (2020). Overhaul environmental risk assessment for pesticides. Align Regulation With Environmental Reality And Policy. *SCIENCE*. 367(6476). 360-363. [HTTPS://DOI.ORG/10.1126/science.aay1144](https://doi.org/10.1126/science.aay1144)
3. Kluxen, Felix M., Edgars Felkers, Jenny Baumann, Neil Morgan, Christiane Wiemann, Franz Stauber, Christian Strupp, Sarah Adham, Christian J. Kuster (2021). Compounded conservatism in European re-entry worker risk assessment of pesticides. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 121. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.104864>
4. Fagnoli, M., Lombardi, M., Puri, D., Casorri, L., Masciarelli, E., Mandić-Rajčević, S., Colosio, C. (2019). The Safe Use of Pesticides: A Risk Assessment Procedure for the Enhancement of Occupational Health and Safety (OHS) Management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16(3):310. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030310>
5. Alessandra Cristina Pupin Silvério I, Isarita Martins II, Denismar Alves Nogueira III, Marco Antônio Santos Mello IV, Edilaine Assunção Caetano de Loyola IV, Miriam Monteiro de Castro Graciano V. (2020). Assessment of Primary Health Care for rural workers exposed to pesticides. *Rev. Saúde Pública*. 54. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.202005400145>
6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Silske, lisove ta rybne hospodarstvo: Vykorystannia dobrov i pestytsydiv pid urozhaï silskohospodarskykh kultur (2018-2022). URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
7. MR 8.8.1.4-162-2009 Metodychni rekomendatsii «Vyvchennia, otsinka i zmenshennia ryzyku inhaliïinoho i perkutannoho vplyvu pestytsydiv na osib, yaki pratsiuïut z nymy abo mozhut zaznavaty vplyvu pestytsydiv pid chas i pislia

potential risks when processing agricultural crops using 3RIVE3D technology, *Toxicology Letters*. 399. 277-278. ISSN 0378-4274, <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2024.07.669>.

15. Bilous, O. (2024). Hygienic estimation of working conditions and hazard indices for persons

involved in the application of pesticides on berries and melon cultures in the conditions of personal peasant farms. *The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 141(3), 79-87.

[https://doi.org/10.32345/USMJ.3\(141\).2023.79-87](https://doi.org/10.32345/USMJ.3(141).2023.79-87)

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflict of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Відомості про авторів:

Кондратюк Микола Васильович^{B,C} – кандидат медичних наук, доцент кафедри гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5500-6352>

Зінченко Тетяна Іванівна^{D,E} – кандидат медичних наук, доцент кафедри гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-3541-9480>

Вавріневич Олена Петрівна^{A,E,F} – доктор медичних наук, професор кафедри гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-4871-0840>

Подуст Андрій Олександрович^{B,D} – молодший науковий співробітник Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0333-6135>

Вавріневич Олександр Сергійович^{B,C} – студент Навчально-наукового інституту громадського здоров'я та профілактичної медицини Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0009-0003-0819-4081>

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних;

D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті.

Information about the authors:

Kondratiuk Mykola Vasylovych^{B,C} – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Hygiene and Ecology department at the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-5500-6352>

Zinchenko Tetiana Ivanivna^{D,E} – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Hygiene and Ecology department at the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-3541-9480>

Vavrinevych Olena Petrivna^{A,E,F} – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Hygiene and Ecology department at the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, E-mail: elena-vavrinevich@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4871-0840>

Podust Andrii Olexandrovych^{B,D} – Junior Researcher at the Hygiene and Ecology Institute affiliated to Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0333-6135>

Vavrinevych Olexandr Serhiiiovych^{B,C} – Student at the Educational and Reserch Institute of Public Health and Preventive Medicine at the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0003-0819-4081>

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation;

D – writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article.

Адреса для листування: проспект Берестейський, 34, Київ, Україна, 03057

