

УДК 632.952:632.95.024.391

# ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО КОМБІНОВАНОГО РИЗИКУ НЕБЕЗПЕЧНОГО ВПЛИВУ СУМІШЕВИХ ФУНГІЦИДІВ ДЛЯ ПРАЦЮЮЧИХ

**Вавріневич О. П.****Інститут гігієни та екології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ**

*Вступ.* У процесі застосування сумішевих фунгіцидів можлива комбінована (одночасна або послідовна) та комплексна дія декількох діючих речовин на організм працюючих, що зумовлює необхідність оцінки ризику можливого небезпечного одночасного їхнього впливу.

*Мета дослідження.* Гігієнічна оцінка умов праці та потенційного комбінованого ризику небезпечного впливу на працюючих сумішевих фунгіцидів при різних способах застосування.

*Матеріали та методи дослідження.* Натурні дослідження з вивчення умов праці працюючих проведено при вентиляторній обробці культур сумішевыми препаратами Валіс М, Кабріо Топ, Натіво, Світч, Сігнум, Скор Топ, Фантік, Флінт Стар; штанговій обробці препаратами Квадріс Топ, Кабріо Топ, Натіво, Фантік, Валіс М; ранцевої обробці препаратом Світч. Визначення вмісту діючих речовин у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, змивах з відкритих поверхонь шкіри та гумових рукавичок, нашивках на спецодязі проводили методом газорідинної, високоефективної рідинної хроматографії та парофазним газохроматографічним методом. Потенційний ризик можливого небезпечного впливу досліджуваних сполук на працюючих при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру оцінено відповідно до Методичних рекомендацій «Вивчення, оцінка і зменшення ризику...» (затв. МОЗ України 13.05.2009 р., № 324), комбінований ризик розраховували за принципом простої сумачії ефектів при одночасній дії декількох діючих речовин.

*Результати.* Встановлено, що в реальних умовах проведення вентиляторної, штангової та ранцевої обробок сумішевыми фунгіцидами при дотриманні рекомендованих агротехнічних і гігієнічних регламентів безпечного застосування не спостерігається перевищення гігієнічних нормативів у повітрі робочої зони. При використанні сумішевих фунгіцидів шляхом вентиляторного обприскування комбінований ризик шкідливого впливу на працюючих при комплексному надходженні становить у середньому  $(0,3100 \pm 0,0800)$  у. о., штангового обприскування –  $(0,6200 \pm 0,2100)$  у. о., ранцевого обприскування –  $(0,0035 \pm 0,0010)$  у. о. У формуванні професійного комбінованого ризику провідна роль належить перкутанному, розходження достовірно за t-критерієм Стьюдента,  $p < 0,05$ , порівняно з інгаляційним ризиком. Частка перкутанного ризику в сумарному комбінованому при вентиляторній обробці становить  $(83,48 \pm 4,97)\%$ , штанговій –  $(90,10 \pm 4,05)\%$ , ранцевої –  $(91,90 \pm 3,60)\%$ . Порівняльний аналіз величин комбінованого ризику при різних шляхах надходження показав, що комбінований ризик можливої шкідливої дії сумішевих фунгіцидів при вентиляторному та штанговому обприскуванні достовірно вищий, ніж при ранцевому обприскуванні ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,92$ ;  $t_{кр.} = 2,13$ ) і ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,87$ ;  $t_{кр.} = 2,26$ ) відповідно. Величини комбінованого сумарного ризику при вентиляторній і штанговій обробці достовірно не відрізняються ( $p > 0,05$ ).

*Висновки.* Виявлено, що величини комбінованого ризику небезпечного впливу декількох діючих речовин на організм працюючих при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру не завжди знаходяться в допустимих межах ( $> 1$ ), що вказує на необхідність обов'язкового використання засобів індивідуального захисту (респіраторів, гумових рукавичок та спецодягу) при застосуванні сумішевих фунгіцидів для захисту сільськогосподарських культур.

**Ключові слова:** сумішеві фунгіциди, комбінований, комплексний, перкутанний, інгаляційний професійний ризик

## Вступ

Сьогодні в структурі асортименту фунгіцидів найбільшу частку становлять сумішеві фунгіциди (26,3–39,3 %). За 13-річний період їх кількість зросла в 5,4 рази. У 1999–2003 роках спостерігалось незначне зростання кількості сумішевих фунгіцидів, темп приросту складав 0–8,3 %, починаю-

чи з 2006 року темп приросту кількості сумішевих фунгіцидів кожні 2 роки складав у середньому 53 % [1–4].

У процесі застосування сумішевих фунгіцидів можлива комбінована (одночасна або послідовна) та комплексна дія декількох діючих речовин на працюючих [5]. Ця проблема вимагає комплексного підходу до вивчення умов праці та оцінки ризику

можливого небезпечного впливу декількох хімічних речовин на працюючих.

Питанню оцінки потенційного ризику можливого небезпечного впливу пестицидів на осіб, задіяних при застосуванні пестицидів, приділяється багато уваги в нашій країні та закордоном, що дозволяє отримати об'єктивну оцінку умов праці та обґрунтувати шляхи зниження ризику [5–7].

*Мета дослідження* – гігієнічна оцінка умов праці та потенційного комбінованого ризику небезпечного впливу на працюючих сумішевих фунгіцидів при різних способах застосування.

## Матеріали та методи дослідження

Натурні дослідження з вивчення умов праці працюючих проведено при вентиляторній обробці культур препаратами Валіс М, Кабріо Топ, Натіво, Світч, Сігнум, Скор Топ, Фантік, Флінт Стар; штанговій обробці препаратами Квадріс Топ, Кабріо Топ, Натіво, Фантік, Валіс М; ранцевій обробці препаратом Світч. Умови проведення обробок плодових, овочевих культур і виноградників сумішевыми фунгіцидами наведено в таблиці 1.

Метеорологічні умови в період проведення робіт відповідали вимогам, передбаченим [8].

**Таблиця 1**

### Умови та способи проведення обробок сільськогосподарських культур сумішевыми фунгіцидами

| Назва препарату             | Діюча речовина<br>(уміст у препаративній формі)       | Культура            | Норма витрати,<br>л/га, кг/га | Використана<br>техніка      |
|-----------------------------|---|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>Вентиляторна обробка</i> |   |                     |                               |                             |
| Валіс М                     | Манкоцеб (70,6 %) Валіфенал (6,12 %)                  | Виноград            | 2,50                          | ОПВ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| Кабріо Топ                  | Піраклостробін (50 г/кг)<br>Метирам (550 г/кг)        | Виноград            | 2,00                          | «Харді»,<br>Трактор МТЗ-82  |
| Натіво                      | Трифлуксистробін (250 г/кг)<br>Тебуконазол (500 г/кг) | Яблуна              | 0,35                          | ОПВ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| Світч                       | Флудіоксоніл (250 г/кг)<br>Ципродиніл (375 г/кг)      | Персик              | 1,00                          | ОПВ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| Сігнум                      | Піраклостробін (67 г/кг)<br>Боскалід (267 г/кг)       | Абрикос             | 1,25                          | ОПВ-2000,<br>Трактор Т-40   |
| Скор Топ                    | Пенконазол (50 г/кг)<br>Дифеноконазол (140 г/кг)      | Яблуна              | 0,25                          | ОПВ-2000,<br>Трактор МТЗ-80 |
| Фантік                      | Манкоцеб (65 %), Беналаксил-М (4 %)                   | Виноград            | 2,00                          | ОПВ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| Флінт Стар                  | Трифлуксистробін (120 г/л)<br>Піриметаніл (400 г/л)   | Яблуна              | 0,50                          | ОПВ-2000,<br>Трактор Т-40   |
| <i>Штангова обробка</i>     |   |                     |                               |                             |
| Квадріс Топ                 | Дифеноконазол (125 г/л)<br>Азоксистробін (200 г/л)    | Томати              | 2,00                          | ОПШ-2000,<br>Трактор МТЗ-80 |
| Кабріо Топ                  | Піраклостробін (50 г/кг)<br>Метирам (550 г/кг)        | Томати              | 2,00                          | ОПШ-2000,<br>Трактор МТЗ-80 |
| Натіво                      | Трифлуксистробін (250 г/кг)<br>Тебуконазол (500 г/кг) | Томати              | 0,35                          | ОП-2000,<br>Трактор МТЗ-80  |
| Фантік                      | Манкоцеб (65 %), Беналаксил-М (4 %)                   | Томати              | 2,50                          | ОПШ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| Валіс М                     | Манкоцеб (70,6 %), Валіфенал (6,12 %)                 | Томати              | 2,00                          | ОПШ-2000,<br>Трактор МТЗ-82 |
| <i>Ранцева обробка</i>      |   |                     |                               |                             |
| Світч                       | Флудіоксоніл (250 г/кг)<br>Ципродиніл (375 г/кг)      | Яблуна              | 1,00                          | РО «Ера»                    |
|                             |   | Огірки<br>(теплиця) | 1,00                          | РО «Marolex<br>Profesion»   |

При здійсненні робіт усі задіяні особи працювали в спеціальному одязі, а також використовували гумові рукавички та респіратори. Усі робітники пройшли спеціальну підготовку та мали допуск до роботи з пестицидами та агрохімікатами.

До початку проведення робіт та після завершення був проведений медичний огляд працюючих, який включав вимірювання артеріального тиску, пульсу, оцінювання стану шкірних покривів; враховували також наявність скарг на загальне самопочуття. Визначення вмісту діючих речовин (д.р.) у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, змивах з відкритих поверхонь шкіри та гумових рукавичок, нашивках на спецодязі проводили методом газорідинної, високоефективної рідинної хроматографії та парофазним газохроматографічним методом. Межі кількісного визначення методів та гігієнічні нормативи (орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) та гранично допустимі концентрації (ГДК) досліджуваних сполук наведено в таблиці 2.

Отримані результати натурних досліджень були використані для комплексної оцінки ризику шкідливого впливу діючих речовин сумішевих фунгіцидів на організм працюючих у відповідності до [9].

Принцип комплексної оцінки ризику для професійних контингентів полягає в тому, що інгаляційна ( $D_{інг.}$ ) і перкутанна ( $D_{шк.}$ ) експозиційні дози пестициду для людини за робочу зміну не повинні перевищувати відповідні допустимі дози при інгаляційному ( $ДД_{інг.}$ ) і перкутанному ( $ДД_{шк.}$ ) впливі, а сума відношень експозиційних і допустимих доз не повинна перевищувати 1. Розрахунок  $D_{інг.}$  та  $D_{шк.}$  був проведений з урахуванням фактичних рівнів забруднення повітря робочої зони та шкіри (змивів, нашивок). Якщо досліджувані діючі речовини різних класів у пробах повітря або в змивах з відкритих ділянок шкіри та нашивках на спецодязі не визначено, то враховували 1/2 межі кількісного визначення методу (табл. 2).

Розрахунок комбінованого сумарного ризику (КР) при одночасній дії декількох діючих речовин при комплексному надходженні здійснено за формулою:

$$КР = \sum \left( \frac{D_{інг.}}{ДД_{інг.}} \right)_{1,2,...n} + \sum \left( \frac{D_{шк.}}{ДД_{шк.}} \right)_{1,2,...n}, \text{ де}$$

1,2,...n – досліджувані діючі речовини.

Таблиця 2

Межі кількісного визначення та гігієнічні нормативи досліджуваних фунгіцидів

| Діюча речовина   | Повітря робочої зони, мг/м <sup>3</sup> |                             | Атмосферне повітря, мг/м <sup>3</sup> |                             | Змиви, мг нашивки, мг/дм <sup>2</sup> |
|------------------|---|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|                  | ОБРВ                                    | МКВ [№ методичних вказівок] | ОБРВ                                  | МКВ [№ методичних вказівок] | МКВ                                   |
| Дифенконазол     | 0,2                                     | 0,1000 [294-2001]           | 0,0010                                | 0,0008 [294-2001]           | 0,0010                                |
| Пенконазол       | 0,8                                     | 0,0025 [6124-91]            | 0,020                                 | 0,0160 [377-2002]           | 0,0005                                |
| Тебуконазол      | 0,4                                     | 0,0050 [6112-91]            | 0,020                                 | 0,0100 [141-99]             | 0,0010                                |
| Азоксистробін    | 1,0                                     | 0,0010 [222-2000]           | 0,010                                 | 0,0010 [222-2000]           | 0,0020                                |
| Трифлуксистробін | 0,8                                     | 0,4000 [305-2001]           | 0,010                                 | 0,0080 [305-2001]           | 0,0010                                |
| Піраклостробін   | 1,0                                     | 0,5000 [484-2004]           | 0,010                                 | 0,0080 [484-2004]           | 0,0010                                |
| Манкоцеб         | 0,5*                                    | 0,0050 [136-99]             | 0,010                                 | 0,0050 [136-99]             | 0,0010                                |
| Метирам          | 0,1*                                    | 0,0500 [300-2001]           | 0,001                                 | 0,0010 [300-2001]           | 0,0010                                |
| Флудіоксоніл     | 1,0                                     | 0,0100 [48-97]              | 0,002                                 | 0,0016 [430-2003]           | 0,0010                                |
| Піриметаніл      | 1,0                                     | 0,5000 [910-2009]           | 0,020                                 | 0,0100 [910-2009]           | 0,0010                                |
| Валіфенал        | 1,0                                     | 0,5000 [944-2009]           | 0,005                                 | 0,0040 [944-2009]           | 0,0010                                |
| Ципродиніл       | 1,0                                     | 0,0200 [82-97]              | 0,050                                 | 0,0200 [82-97]              | 0,0010                                |
| Боскалід         | 1,5                                     | 0,5000 [484-2004]           | 0,010                                 | 0,0080 [484-2004]           | 0,0010                                |
| Беналаксил-М     | 0,5                                     | 0,2500 [906-2009]           | 0,005                                 | 0,0050 [906-2009]           | 0,0020                                |

Примітка. ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу, МКВ – межа кількісного визначення методу, \*наведено величину ГДК.

## Результати дослідження та їх обговорення

Результати натурних досліджень умов праці працюючих показали, що діючі речовини сумішевих фунгіцидів надходять у повітря робочої зони лише при вентиляторній обробці культур. Так, при застосуванні препарату Скор Топ виявлено пенконазол у повітрі робочої зони заправника в кількості  $(0,0050 \pm 0,0006)$  мг/м<sup>3</sup>, тракториста –  $(0,0100 \pm 0,0020)$  мг/м<sup>3</sup>, препарату Кабріо Топ виявлено метирам у повітрі робочої зони заправника та тракториста в кількості  $(0,0100 \pm 0,0017)$  мг/м<sup>3</sup> та  $(0,0200 \pm 0,0030)$  мг/м<sup>3</sup> відповідно. У повітрі робочої зони заправників виявлено манкоцеб у кількості  $(0,0100 \pm 0,0030)$  мг/м<sup>3</sup> при приготуванні робочого розчину препарату Валіс М.

При вентиляторному, штанговому та ранцевому застосуванні інших сумішевих фунгіцидів для обробки сільськогосподарських культур у повітрі робочої зони персоналу діючі речовини виявлено в кількості нижче межі кількісного визначення методу. Отримані результати свідчать про те, що при приготуванні робочих розчинів та вентиляторній обробці культур не спостерігається перевищення встановлених гігієнічних нормативів у повітрі робочої зони працюючих (табл. 2). У повітрі на відстані 50, 300 і 500 м від краю поля (саду) досліджувані сполуки не виявлено. Було досліджено повітря над обробленою ділянкою через 3 і 7 діб після обробки досліджуваними препаратами. У зазначені терміни досліджувани сполуки в повітрі не виявлено.

Результати дослідження змивів з відкритих ділянок шкіри та нашивок із спецодягу персоналу, задіяного при приготуванні робочих розчинів, вентиляторній, штанговій та ранцевій обробці культур показали, що найбільшого забруднення зазнали гумові рукавички заправників, які займалися приготуванням робочих розчинів препаратів (табл. 3).

У змивах з відкритих ділянок шкіри та шкіри під спецодягом досліджуваних сполук не виявлено, що вказує на надійний захист індивідуальних засобів захисту, спецодягу працюючих від впливу досліджуваних фунгіцидів.

Отримані в ході натурних досліджень результати були використані для комплексної оцінки ризику шкідливого впливу досліджуваних фунгіцидів при перкутанному та інгаляційному надходженні та розрахунку комбінованого ризику (табл. 4).

Аналіз величин комбінованого ризику при різних шляхах надходження під час проведення вентиляторної обробки культур показав, що величини ком-

бінованого перкутанного ризику були однаковими для заправників  $(0,33 \pm 0,10)$  у. о. і трактористів  $(0,19 \pm 0,06)$  у. о. та в середньому становили  $(0,26 \pm 0,08)$  у. о. ( $t = 0,88$ ;  $t_{кр.} = 2,14$ ;  $p > 0,05$ ). Інгаляційний комбінований ризик для заправників і трактористів при проведенні вентиляторної обробки також був однаковим  $(0,012 \pm 0,005$  та  $0,076 \pm 0,040$  відповідно) ( $t = -1,38$ ;  $t_{кр.} = 2,14$ ;  $p > 0,05$ ). У середньому комбінований інгаляційний ризик складає  $(0,044 \pm 0,020)$  у. о.

Було встановлено, що при проведенні вентиляторної обробки величини комбінованого перкутанного ризику для працюючих вищі, ніж інгаляційного, розходження достовірні за  $t$ -критерієм Стьюдента,  $p < 0,05$  ( $t = 2,72$ ;  $t_{кр.} = 2,04$ ). Частка перкутанного ризику в сумарному комбінованому для працюючих при вентиляторному обприскуванні становить  $(83,48 \pm 4,97)$  %.

Проведений аналіз професійного ризику показав, що немає достовірних розходжень величин комбінованого інгаляційного, перкутанного та сумарного ризику заправників і трактористів ( $p > 0,05$ ) при штанговому обприскуванні культур. У середньому комбінований перкутанний ризик при штанговій обробці становив  $(0,6000 \pm 0,2000)$  у. о., комбінований інгаляційний ризик –  $(0,0160 \pm 0,0042)$  у. о. і комбінований сумарний ризик –  $(0,6200 \pm 0,2100)$  у. о. Встановлено, що комбінований перкутанний ризик для працюючих достовірно вищий, ніж інгаляційний ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,73$ ;  $t_{кр.} = 2,1$ ), при цьому частка перкутанного ризику в сумарному комбінованому для працюючих при штанговій обробці становить  $(90,10 \pm 4,05)$  %.

При ранцевому обприскуванні величини комбінованого перкутанного ризику в 2,99 рази вищі в операторів при проведенні обробки в умовах закритого ґрунту порівняно з обробками в умовах відкритого ґрунту. Інгаляційний ризик однаковий для операторів при проведенні ранцевої обробки культур у різних умовах і в середньому становив  $(0,000200 \pm 0,000006)$  у. о. Достовірних розходжень за  $t$ -критерієм Стьюдента у величинах комбінованого перкутанного й інгаляційного ризиків для операторів ранцевого обприскувача не виявлено ( $p > 0,05$ ).

Слід зазначити, що перкутанний ризик для препаратів, які містять валіфенал і манкоцеб, був вищим ніж у інших препаратів, що зумовлено низькими значеннями величин їх ДД<sub>шк.</sub> (у 5–10 разів нижче, ніж у інших сполук). Це пояснює велику

Таблиця 3

Уміст діючих речовин у змивах з поверхні відкритих ділянок шкіри та нашивках на спецодязі працюючих при різних видах обробки культур сумішевими фунгіцидами

| Назва препарату                   | Діюча речовина  | Змиви, мг на всій поверхні <sup>2</sup> |           |                      | Нашивки на спецодязі, мг/дм <sup>2</sup> поверхні                |            |
|-----------------------------------|-----------------|---|-----------|----------------------|--|------------|
|                                   |                 | Заправник                               |           | Тракторист           | Заправник  | Тракторист |
|                                   |                 | лице, шия, кисті рук                    | рукавички | лице, шия, кисті рук | груди, спина, передпліччя, плечі, стегна, гомілки, головний убір |            |
| <i>Вентиляторна обробка</i>       |                 |   |           |                      |  |            |
| Валіс М                           | Манкоцеб        | <0,0010 <sup>1</sup>                    | 0,0140    | < 0,0010             | < 0,0010   | 0,1600     |
|                                   | Валіфенал       | <0,0010                                 | < 0,0010  | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
| Кабріо Топ                        | Піраклостробін  | <0,0010                                 | 0,0015    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
|                                   | Метирам         | <0,0010                                 | 0,0017    | < 0,0010             | < 0,0010   | 0,0025     |
| Натіво                            | Трифлуксисробін | <0,0010                                 | 0,0070    | < 0,0010             | 0,0030   | < 0,0010   |
|                                   | Тебуконазол     | <0,0010                                 | 0,0030    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
| Світч                             | Флудіоксоніл    | <0,0010                                 | 0,0030    | < 0,0010             | 0,0010   | < 0,0010   |
|                                   | Ципродиніл      | <0,0010                                 | 0,0050    | < 0,0010             | 0,0030   | < 0,0010   |
| Сігнум                            | Піраклостробін  | <0,0010                                 | 0,0010    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
|                                   | Боскалід        | <0,0010                                 | 0,0060    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
| Скор Топ                          | Пенконазол      | <0,0005                                 | 0,0020    | < 0,0005             | < 0,0005   | < 0,0005   |
|                                   | Дифеноконазол   | <0,0010                                 | 0,0030    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
| Фантік                            | Манкоцеб        | <0,0010                                 | 0,0120    | < 0,0010             | < 0,0010   | 0,0190     |
|                                   | Беналаксил-М    | <0,0020                                 | < 0,0020  | < 0,0020             | < 0,0020   | < 0,0020   |
| Флінт Стар                        | Трифлуксисробін | <0,0010                                 | 0,0050    | < 0,0010             | 0,0030   | < 0,0010   |
|                                   | Піриметаніл     | <0,0010                                 | 0,0100    | < 0,0010             | 0,0050   | < 0,0010   |
| <i>Штангова обробка</i>           |                 |   |           |                      |  |            |
| Квадріс Топ                       | Дифеноконазол   | < 0,0010                                | 0,0020    | < 0,0010             | 0,0020   | < 0,0010   |
|                                   | Азоксисробін    | < 0,0020                                | 0,0050    | < 0,0020             | 0,0060   | < 0,0020   |
| Кабріо Топ                        | Піраклостробін  | < 0,0010                                | < 0,0010  | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
|                                   | Метирам         | < 0,0010                                | 0,0050    | < 0,0010             | 0,0060   | < 0,0010   |
| Натіво                            | Трифлуксисробін | < 0,0010                                | 0,0050    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
|                                   | Тебуконазол     | < 0,0010                                | 0,0020    | < 0,0010             | < 0,0010   | < 0,0010   |
| Фантік                            | Манкоцеб        | < 0,0010                                | 0,0190    | < 0,0010             | 0,0170   | < 0,0010   |
|                                   | Беналаксил-М    | < 0,0020                                | 0,0180    | < 0,0020             | < 0,0020   | < 0,0020   |
| Валіс М                           | Манкоцеб        | < 0,0010                                | 0,0160    | < 0,0010             | 0,0160   | 0,0050     |
|                                   | Валіфенал       | < 0,0010                                | 0,0100    | < 0,0010             | 0,0140   | < 0,0010   |
| <i>Ранцева обробка (оператор)</i> |                 |   |           |                      |  |            |
| Світч                             | Флудіоксоніл    | < 0,0010                                | 0,0020    | -                    | < 0,0010   | -          |
|                                   | Ципродиніл      | < 0,0010                                | 0,0030    | -                    | 0,0020   | -          |
| Світч                             | Флудіоксоніл    | < 0,0010                                | 0,0080    | -                    | 0,0060   | -          |
|                                   | Ципродиніл      | < 0,0010                                | 0,010     | -                    | 0,0090   | -          |

Примітка. <sup>1</sup> Нижче межі визначення методу, <sup>2</sup> змиви відібрані зі всієї поверхні відкритих ділянок тіла працюючих. Площа поверхні, дм<sup>2</sup>: лице – 6,5; шия – 2,6; плечі – 29,1; передпліччя – 12,1; кисті рук – 8,2; груди – 35,5; спина – 35,5; стегна – 38,2; гомілки – 23,8; 3.

Таблиця 4

## Величини комбінованого ризику при застосуванні сумішевих фунгіцидів

| Препарат                    | Персонал   | Величини комбінованого ризику, у. о. |              |          | Частка перкутанного ризику в комбінованому сумарному, % |
|-----------------------------|------------|--------------------------------------|--------------|----------|---|
|                             |            | перкутанний                          | інгаляційний | сумарний |   |
| <i>Вентиляторна обробка</i> |            |                                      |              |          |   |
| Скор Топ                    | Заправник  | 0,3690                               | 0,0130       | 0,3820   | 96,66   |
|                             | Тракторист | 0,3580                               | 0,1010       | 0,4590   | 77,99   |
| Кабріо Топ                  | Заправник  | 0,0840                               | 0,0470       | 0,1310   | 64,25   |
|                             | Тракторист | 0,0960                               | 0,3880       | 0,4840   | 19,90   |
| Сігнум                      | Заправник  | 0,0590                               | 0,0030       | 0,0620   | 94,62   |
|                             | Тракторист | 0,0620                               | 0,0130       | 0,0760   | 82,38   |
| Флінт Стар                  | Заправник  | 0,0760                               | 0,0040       | 0,0800   | 95,21   |
|                             | Тракторист | 0,0720                               | 0,0150       | 0,0870   | 82,42   |
| Натіво                      | Заправник  | 0,0590                               | 0,0040       | 0,0640   | 93,05   |
|                             | Тракторист | 0,0490                               | 0,0180       | 0,0660   | 73,12   |
| Фантік                      | Заправник  | 0,9010                               | 0,0120       | 0,9130   | 98,68   |
|                             | Тракторист | 0,4770                               | 0,0280       | 0,5050   | 94,46   |
| Валіс М                     | Заправник  | 1,0020                               | 0,0110       | 1,0130   | 98,91   |
|                             | Тракторист | 0,3680                               | 0,0240       | 0,3920   | 93,88   |
| Світч                       | Заправник  | 0,0830                               | 0,0050       | 0,0880   | 93,89   |
|                             | Тракторист | 0,0690                               | 0,0220       | 0,0910   | 76,23   |
| <i>Штангова обробка</i>     |            |                                      |              |          |   |
| Натіво                      | Заправник  | 0,0490                               | 0,0080       | 0,0570   | 86,62   |
|                             | Тракторист | 0,0470                               | 0,0300       | 0,0770   | 60,89   |
| КвадрісТоп                  | Заправник  | 0,6510                               | 0,0020       | 0,6530   | 99,74   |
|                             | Тракторист | 0,4990                               | 0,0070       | 0,5060   | 98,66   |
| Кабріо Топ                  | Заправник  | 0,0740                               | 0,0050       | 0,0790   | 93,97   |
|                             | Тракторист | 0,0570                               | 0,0190       | 0,0760   | 74,90   |
| Фантік                      | Заправник  | 1,7850                               | 0,0100       | 1,7950   | 99,46   |
|                             | Тракторист | 0,5650                               | 0,0380       | 0,6030   | 93,69   |
| Валіс М                     | Заправник  | 1,8530                               | 0,0080       | 1,8610   | 99,56   |
|                             | Тракторист | 0,4640                               | 0,0330       | 0,4970   | 93,43   |
| <i>Ранцева обробка</i>      |            |                                      |              |          |   |
| Світч                       | Оператор   | 0,0016                               | 0,0002       | 0,0019   | 88,36   |
| Світч                       | Оператор   | 0,0049                               | 0,0002       | 0,0051   | 95,55   |

стандартну похибку середнього арифметичного значення перкутанного ризику для працюючих при різних видах обробки сільськогосподарських культур.

Нами було проведено порівняння величин комбінованого перкутанного, інгаляційного та сумарного ризиків для персоналу при проведенні різних видів обробок та встановлено, що комбінований

ризик можливої шкідливої дії сумішевих фунгіцидів на працюючих залежить від виду обробки. Так виявлено, що при вентиляторному та штанговому обприскуванні величини комбінованого сумарного ризику достовірно вищі, ніж при ранцевому обприскуванні ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,92$ ;  $t_{кр.} = 2,13$ ) і ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,87$ ;  $t_{кр.} = 2,26$ ) відповідно. Величини комбінованого сумарного ризику при вентиляторній

і штанговій обробці достовірно не відрізняються ( $p > 0,05$ ).

Наведені в таблиці 4 дані свідчать про те, що застосування практично всіх досліджуваних сумішевих фунгіцидів є безпечним для персоналу, оскільки величини комбінованого ризику не перевищують 1 і є допустимими. Величини комбінованого ризику при застосуванні препаратів Фантік та Валіс М перевищують допустимий рівень, що зумовлено низькими значеннями величин  $ДД_{шк.}$  їхніх діючих речовин. Крім того, такі результати були отримані в зв'язку з тим, що в розрахунках потенційного перкутанного ризику були враховані рівні забруднення досліджуваними сполуками спецодягу та гумових рукавичок, а не тільки відкритих ділянок шкіри та поверхні шкіри під спецодягом персоналу.

Виходячи з результатів вивчення динаміки вмісту діючих речовин у повітрі робочої зони при застосуванні сумішевих фунгіцидів з максимальними нормами витрат при вентиляторній, штанговій та ранцевої обробці культур (відкритий ґрунт), та оцінки потенційного ризику впливу цих пестицидів на працюючих, нами були рекомендовані терміни виходу людей на оброблені ділянки для проведення механізованих робіт – 3 доби і для проведення ручних робіт – 7 діб. При застосуванні сумішевого фунгіциду Світч в умовах закритого ґрунту рекомендовані строки виходу працюючих для проведення ручних робіт – 3 доби, для механізованих робіт встановлювати строки виходу не потрібно.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що при застосуванні сумішевих фунгіцидів величини комбінованого комплексного ризику небезпечного впливу на працюючих не завжди знаходяться в допустимих межах, що вказує на необхідність проведення заходів зі зменшення ризику для працюючих, а саме: переривання шляхів впливу, зменшення його інтенсивності та тривалості шляхом захисту органів дихання й шкіри, обмеження кількості застосованого пестициду, тривалості робіт або контакту протягом доби [9].

## Висновки

1. Встановлено, що в реальних умовах проведення вентиляторної, штангової та ранцевої обробок сумішевыми фунгіцидами при дотриманні рекомендованих агротехнічних і гігієнічних регламентів безпечного застосування не спостерігається

перевищення гігієнічних нормативів у повітрі робочої зони та не порушуються гігієнічні вимоги з позиції охорони праці.

2. Виявлено, що величини комбінованого ризику небезпечного впливу декількох діючих речовин на організм працюючих при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру не завжди знаходяться в допустимих межах ( $> 1$ ), що вказує на необхідність обов'язкового використання засобів індивідуального захисту (респіраторів, гумових рукавичок та спецодягу) при застосуванні сумішевих фунгіцидів для захисту сільськогосподарських культур.
3. Встановлено, що при використанні сумішевих фунгіцидів шляхом вентиляторного обприскування комбінований ризик шкідливого впливу на працюючих при комплексному надходженні становить у середньому ( $0,3100 \pm 0,0800$ ) у. о., штангового обприскування – ( $0,6200 \pm 0,2100$ ) у. о., ранцевого обприскування – ( $0,0035 \pm 0,0010$ ) у. о. У формуванні професійного комбінованого ризику провідна роль належить перкутанному, розходження достовірні за t-критерієм Стьюдента,  $p < 0,05$ . Частка перкутанного ризику в сумарному комбінованому при вентиляторній обробці становить ( $83,48 \pm 4,97$ ) %, штанговій – ( $90,10 \pm 4,05$ ) %, ранцевої – ( $91,90 \pm 3,60$ ) %.
4. Проведено порівняльний аналіз величин комбінованого ризику при різних шляхах надходження та встановлено, що комбінований ризик можливої шкідливої дії сумішевих фунгіцидів при вентиляторному та штанговому обприскуванні достовірно вищий, ніж при ранцевому обприскуванні ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,92$ ;  $t_{кр.} = 2,13$ ) і ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,87$ ;  $t_{кр.} = 2,26$ ) відповідно. Величини комбінованого сумарного ризику при вентиляторній і штанговій обробці достовірно не відрізняються ( $p > 0,05$ ).

5. Встановлено, що через 3 доби після штангового, вентиляторного та ранцевого обприскування культур препаратами Скор Топ; Квадріс Топ; Натіво; Кабріо Топ; Сігнум; Флінт Стар; Фантік; Світч виробниче середовище оброблених ділянок є достатньо безпечним, що дозволило науково обґрунтувати строки безпечного виходу працюючих для проведення механізованих робіт – 3 доби, для проведення ручних робіт – 7 діб; при використанні препарату Світч в умовах закритого ґрунту: строки виходу для проведення ручних робіт – 3 доби, механізованих робіт – не потребує.

## Література

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання). – К. : Юнівест маркетинг, 1999. – 221 с.

2. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання). – К. : Юнівест маркетинг, 2003. – 349 с.

3. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання). – Дніпропетровськ : Арт-Прес, 2006. – 311 с.

4. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Офіційне видання). – К. : Юнівест маркетинг, 2012. – 831 с.

5. Авраменко В. Г. Оцінка небезпечності комбінованої дії пестицидів / «Актуальні проблеми токсикології. Безпека життєдіяльності людини»: тези доповідей VI Міжнародної наук.-практ. конференції, 1–3 жовтня 2005р., Київ / за заг. ред. М. Г. Проданчу-

ка. – К. : Інститут екології та токсикології ім. Л. І. Медведя; Товариство токсикологів України, 2005. – С. 78.

6. Оценка риска неблагоприятного воздействия пестицидов на работающих при их применении в условиях «нулевых» значений экспозиционных уровней / В. В. Кирсенко, Т. А. Яструб, В. Н. Карпенко [и др.] // Довкілля та здоров'я. – 2002. – № 2. – С. 58–61.

7. Рахманин Ю. А. Современные направления методологии оценки риска / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, Т. А. Шанина // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 3–8.

8. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. – [Введ. 01.01.89]. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 47 с.

9. 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.

**Вавриневич Е. П.**

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО КОМБИНИРОВАННОГО РИСКА ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМЕСЕВЫХ ФУНГИЦИДОВ НА РАБОТАЮЩИХ

Институт гигиены и экологии Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца, г. Киев

*Вступление.* В процессе применения смесевых фунгицидов может наблюдаться комбинированное (одновременное или последовательное) и комплексное действие нескольких действующих веществ на работающих, что обусловило необходимость оценки риска возможного опасного одновременного их действия.

*Цель исследования* – гигиеническая оценка условий труда и потенциального комбинированного риска опасного воздействия на работающих смесевых фунгицидов при разных способах их применения.

*Материалы и методы исследования.* Натурные исследования по изучению условий труда работающих проведены при вентиляторной обработке культур смесевыми препаратами Валис М, Кабрио Топ, Нативо, Свитч, Сигнум, Скор Топ, Фантик, Флинт Стар; штанговой обработке препаратами Квадрис Топ, Кабрио Топ, Нативо, Фантик, Валис М; ранцевой обработке препаратом Свитч. Определение содержания действующих веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, в смывах с открытых участков кожи и резиновых рукавиц, в нашивках на спецодежде проводили методом газожидкостной, высокоэффективной жидкостной хроматографии и парофазным газохроматографическим методом. Потенциальный риск возможного опасного воздействия исследуемых соединений на работающих при комплексном поступлении через дыхательные пути и кожу рассчитано в соответствии с Методическими рекомендациями «Вивчення, оцінка і зменшення ризику...» (утв. МЗ України № 324, 13.05.2009), комбинированный риск рассчитывали по принципу простой суммации эффектов при одновременном воздействии нескольких действующих веществ.

*Результаты.* Установлено, что в реальных условиях проведения вентиляторной, штанговой и ранцевой обработки смесевыми фунгицидами при выполнении рекомендованных агротехнических и гигиенических регламентов безопасного применения не наблюдается превышения гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны. При применении смесевых фунгицидов путем вентиляторного опрыскивания комбинированный риск опасного воздействия на работающих при комплексном поступлении составил в среднем  $(0,3100 \pm 0,0800)$  у. о., штангового опрыскивания –  $(0,6200 \pm 0,2100)$  у. о., ранцевой опрыскивания –  $(0,0035 \pm 0,0010)$  у. о. В формировании профессионального комбинированного риска главная роль принадлежит перкутанному, расхождения достоверные по t-критерию Стьюдента,  $p < 0,05$ . Доля перкутанного риска в суммарном комбинированном при вентиляторной обработке составляет  $(83,48 \pm 4,97)$  %, штанговой –  $(90,10 \pm 4,05)$  %, ранцевой –  $(91,90 \pm 3,60)$  %.

Сравнительный анализ величин комбинированного риска при разных путях поступления показал, что риск возможного опасного воздействия смесевых фунгицидов при вентиляторном и штанговом опрыскивании достоверно выше, чем при ранцевом опрыскивании ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,92$ ;  $t_{кр.} = 2,13$ ) и ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,87$ ;  $t_{кр.} = 2,26$ ) соответственно. Величины комбинированного суммарного риска при вентиляторной и штанговой обработке достоверно не отличаются ( $p > 0,05$ ).

*Выводы.* Выявлено, что величины комбинированного риска опасного воздействия нескольких действующих веществ на организм работающих при комплексном поступлении через дыхательные пути и кожу не всегда находятся в допустимых границах ( $> 1$ ), что обуславливает необходимость обязательного использования средств индивидуальной защиты (респираторы, резиновые рукавички и спецодежда) при применении смесевых фунгицидов для защиты сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** смесевые фунгициды, комбинированный, комплексный, перкутанный, ингаляционный профессиональный риск



Vavrinevych O. P.

## HYGIENIC ESTIMATION OF POTENTIAL COMBINED RISK OF MIXED FUNGICIDE HARMFUL EFFECTS ON WORKERS

Bogomolets National Medical University, Kiev

*Background.* Combined, sequential or complex action of several active ingredients on workers may occur in application of mixed fungicides; so there is a need to assess a risk of possible hazardous simultaneous effect on the worker's body.

*Purpose of the study.* The aim of the work was hygienic assessment of work conditions and potential combined risk of mixed fungicide harmful effects by different ways of its application.

*Materials and methods.* Full-scaled field studies of work conditions were carried out in treatment of crops with mixed fungicides such as Valis M, Kabrio Top, Nativo, Svitch, Signum, Skor Top, Fantik, Flint Star by airblast spraying, Kvadris Top, Kabrio Top, Nativo, Fantik, Valis M by boom spraying, and a preparation Switch, using back-pack sprayer. Determination of active ingredients in the working zone air, atmospheric air, in wash samples from the exposed skin and rubber gloves, in stripes on protective clothing was made by gas-liquid, high-performance liquid chromatography and vapor phase gas chromatography. The potential risk of the possible harmful effects of the tested compounds on workers in their complicated action via the respiratory tract and skin was assessed in accordance with the Guidelines «Studying, assessing and decreasing the risk...» (approved by MH of Ukraine № 324, 13.05.2009); the combined risk was calculated by a simple summation of action under the simultaneous effect of several active ingredients.

*Results.* It is established that in real conditions of fan, boom and back-pack spraying treatments with mixed fungicides, when following agrotechnical and hygienic regulations of their safe application, no exceeding of hygienic standards in the working zone air is recorded. When applying mixed fungicides the combined risk of hazardous effects on workers via different routes of exposure amounted, on the average, to  $(0,3100 \pm 0,0800)$  standard units (SU) for fan spraying,  $(0,6200 \pm 0,2100)$  SU – for boom-spraying,  $(0,0035 \pm 0,0010)$  SU – for back-pack spraying treatments. The percutaneous (dermal) risk plays a major role in formation of occupational combined risk, and the differences are significant by the Student t-test,  $p < 0,05$ . The share of percutaneous risk in the total combined risk is  $(83,48 \pm 4,97)$  % for fan spraying treatment,  $(90,1 \pm 4,05)$  % – for boom-spraying treatment, and  $(91,90 \pm 3,60)$  % – for back-pack spraying treatment.

The comparative analysis of the combined risk values for different routes of exposure showed that the combined risk of possible harmful effects of mixed fungicides in fan and boom spraying was significantly higher than in back-pack spraying ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,92$ ;  $tcr. = 2,13$ ) and ( $p < 0,05$ ;  $t = 2,87$ ;  $tcr. = 2,26$ ), respectively. The values of the combined total risk during fan and boom spraying treatments were not significantly different ( $p > 0,05$ ).

*Conclusion.* It is established that the values of the combined risk of harmful effects for several active ingredients on workers via combined route of exposure (inhalation and dermal) are not always within permissible limits ( $> 1$ ); so, the use of personal protective equipment (respirators, rubber gloves and protective clothing) for mixed fungicide applications to protect crops is obligatory.

**Key words:** mixed fungicides, combined exposure, dermal exposure, inhalation, occupational risk

## References

1. List of pesticides and agrochemicals, allowed for application in Ukraine (Official edition), 1999, Kyiv: Univest Marketing, 221 p. (in Ukrainian).

2. List of pesticides and agrochemicals, allowed for application in Ukraine (Official edition). 2003, Kyiv: Univest Marketing, 349 p. (in Ukrainian).

3. List of pesticides and agrochemicals, allowed for application in Ukraine (Official edition). 2006, Dnipropetrovsk: Art-Press, 311 p. (in Ukrainian).

4. List of pesticides and agrochemicals, allowed for application in Ukraine (Official edition. 2012, Kyiv: Univest Marketing, 831 p. (in Ukrainian).

5. Avramenko, V. G. 2005, Assessment of dangerous combined effects of pesticides. Actual problems of toxicology. Safety in human vital activity. Summaries, VI Int. Conf. конференції, Kyiv: Institute of Ecohygiene and Toxicology after Leo Medved; Society of toxicologists of Ukraine, p. 78 (in Ukrainian).

6. Kirsenko, V. V., Yastrub, T. A., Karpenko, V. N. 2002, «Assessment of risk of unfavourable effect of pesticides on workers in their application in «zero» values of exposure levels», Environment and health, no. 2, pp. 58–61 (in Russian).

7. Rakhmanin, Y. A., Novikov, C. M., Shanina, T. A. 2007, «Modern trends in methodology of risk assessment», Gigiyena i sanitaria, no. 3, pp. 3–8 (in Russian).

8. General sanitary and hygienic requirements to the working zone air: GOST (Standard) [12.1.005-88 of 01.01.89] 1991. Moscow: Edition of standards, 47 p. (in Russian).

9. Methodical recommendations «Studying, assessing and risk reducing in inhalation and percutaneous action of pesticides on individuals, working with pesticides or could be exposed to them in and after chemical protection of crops and other subjects», Approved by MH of Ukraine[№ 324 of 13.05.2009.], 2009, Kyiv, 29 p. (in Ukrainian).

Надійшла: 13.11.2014 р.

**Контактна особа:** Вавриневич Олена Петрівна, науковий співробітник, доцент, Інститут гігієни і екології, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, буд. 34, просп. Перемоги, м. Київ. Тел.: +38 0 44 454 49 42.