

УДК 351.77:632.95:635.1/7

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ НОВИХ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ

Александрова Л. Г., Демченко В. Ф., Заєць Є. Р., Макарчук Я. В.,  
Клишенко М. А., Кірсенко В. В., Яструб Т. О., Коваленко В. Ф.

ДУ «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України», м. Київ

*Вступ.* Упровадження в сільське господарство України нових пестицидних препаратів, які виробляються в різних країнах світу, але мають однакові діючі речовини, або розширення сфери їхнього застосування потребує ретельної перевірки щодо дотримання гігієнічних регламентів при їхньому застосуванні, які затверджені в Україні, тобто їхнє застосування не повинно становити небезпеки для здоров'я працюючої людини.

*Мета дослідження* – аналіз якості виробничого середовища за результатами хіміко-аналітичних досліджень під час проведення державних випробувань при застосуванні нових пестицидних препаратів на зернових злакових і олійних культурах.

*Матеріали та методи дослідження.* Для ідентифікації й вимірювання концентрації хімічних речовин застосовано методи газорідинної та високоефективної рідинної хроматографії з використанням газових хроматографів «Кристаллюкс 4000 і 4000М» (РФ) з комп'ютерною програмою «NETCHROM» і рідинного хроматографа LC-240 (США) з комп'ютерною програмою «TOTAL TURBOCHROM»; аналітичні стандартні зразки пестицидів; методи статистичного аналізу.

*Результати.* Визначено вміст 19 діючих речовин 20 досліджених препаратів у повітрі робочої зони під час приготування робочих розчинів і в кабіні трактора при їхньому застосуванні на зернових злакових культурах і кукурудзі; через 1 год в повітрі над обробленою ділянкою та в ґрунті; у змивах з поверхні шкіри рук і обличчя та в нашивках на спецодязі працюючих одразу після закінчення роботи. Визначений ступінь можливого ризику для здоров'я працюючих не перевищував допустимого рівня. Встановлено терміни виходу працюючих на оброблені ділянки.

*Висновки.* При дотриманні технологічних регламентів застосування препаратів вміст пестицидів у повітрі робочої зони не перевищує гігієнічних нормативів. Парова складова в забрудненні повітря була несуттєвою за винятком тих пестицидів, що через порівняно високу леткість (ципроконазол, S-метолахлор) можуть бути в суміші з аерозолем. Забруднення шкіри рук, обличчя та спецодязі може бути пов'язане з забрудненням як повітря рідинно-крапельним і пиловим аерозолем, так і поверхні обладнання. Підтверджено можливість використання для контролю безпеки застосування препаратів раніше встановлених гігієнічних регламентів.

**Ключові слова:** нові пестицидні препарати, хіміко-аналітичні дослідження, забруднення виробничого середовища (повітря, ґрунт, поверхня рук, обличчя, спецодяз), безпека застосування

### Вступ

Впровадження в сільське господарство України технологій вирощування сільськогосподарської продукції з застосуванням нових пестицидних препаратів (які виробляються в різних країнах світу), які мають одну або декілька діючих речовин, що належать до різних класів хімічних сполук, розширення сфери застосування препаратів, які вже використовуються в Україні, потребують ретельного контролю за дотриманням гігієнічних нормативів і регламентів при їхньому застосуванні, і це застосування не повинно становити небезпеки для здоров'я працюючої людини.

*Мета дослідження* – аналіз якості виробничого середовища за результатами хіміко-аналітичних досліджень під час проведення державних випробувань при застосуванні нових пестицидних препаратів на зернових злакових і олійних культурах.

Задачі дослідження: визначити вміст пестицидів у повітрі робочої зони оператора при підготовці робочих розчинів, у кабіні трактора під час обприскування культур і через 1 год у повітрі робочої зони після застосування препаратів; визначити вміст пестицидів на незахищеній поверхні шкіри рук, обличчя, спецодязі працюючих; визначити вміст пестицидів у ґрунті через 1 год після застосування пестицидів і оцінити можливість їхнього вторинного надходження у виробниче середовище; оцінити безпечність виробничого середовища для працюючих.

### Матеріали та методи дослідження

Дослідження проведено на 20 препаратах. При проведенні роботи визначали вміст пестицидів у повітрі виробничої зони працюючих – оператора

при підготовці робочих розчинів і в кабіні трактора під час обприскування сільськогосподарських культур, у змивах з поверхні незахищеної шкіри рук і обличчя, на спецодязі (плечі та груди). Визначали рівень умісту пестицидів у ґрунті, оцінюючи забруднення шкіри рук і обличчя, спецодягу працюючих, через можливе вторинне надходження токсикантів у виробниче середовище.

Кількісне визначення пестицидів здійснено за допомогою сучасних методик на основі газорідинної та високоефективної рідинної хроматографії [1–17], що відповідають вимогам гігієнічного контролю за безпечним застосуванням пестицидів, вимогам чинних нормативно-методичних документів, затверджених в Україні, зокрема ДСТУ-Р РМГ 61:2006 «Показники точності, правильності, прецизійності методик кількісного хімічного аналізу. Методики оцінення» (РМГ 61-2003, IDT)-Метрологія: Настанова.

Для контролю за процесом хроматографування, ідентифікації та вимірювання концентрації хімічних речовин використано газорідинні хроматографи «Кристаллюкс 4000 і 4000 М» (РФ) з комп'ютерною програмою «NETCHROM» та рідинний хроматограф «LC-240» (США) з комп'ютерною програмою «TURBOCHROM», насадкові та капілярні колонки, детектори ЕЗД та ТІД, УФ, хроматографування в ізотермічному режимі, аналітичні стандарти зразки досліджених пестицидів, методи статистичного аналізу.

Досліджено 20 пестицидних препаратів:

*гербіциди на кукурудзі:* АТ-Т-2 (Танаїс, ВГ) (д. р. римсульфурон, 250 г/кг), Мілафорт, КС, Сатурн, МД і Штурман SC, КС (д. р. нікосульфурон, 40 г/л), Стрім, КЕ (д. р. S-метолахлор, 960 г/л), Грин-3, ВГ (д. р. нікосульфурон, 500 г/кг + римсульфурон, 250 г/кг), Еклат 750, ВГ (д. р. тифенсульфурон-метил, 250 г/кг + римсульфурон, 500 г/кг), Екстракорн, СЕ (д. р. S-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л);

*гербіциди на зернових злакових культурах:* К1 АХТ СЕ (Дисулам, СЕ) і Метеор (Ратник, СЕ) (д. р. 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д 452,42 г/л + флорасулам, 6,25 г/л); Коннект 112,5 SC, КС (д. р. імадаклоприд, 100 г/л +  $\beta$ -цифлутрин, 12,5 г/л);

*ісектициди на зернових злакових культурах:* Децис і-Люкс 25 ЕС, КЕ (д. р. дельтаметрин, 25 г/л), Канонір Дуо, КС (д. р. імадаклоприд, 300 г/л + лямбдацигалотрин, 100 г/л), Протеус 110 ОД, МД (д. р. дельтаметрин, 10 г/л + тіаклоприд, 100 г/л);

*фунгіциди на зернових злакових культурах:* Азимут, КЕ (д. р. тебуконазол, 125 г/л + триадимефон, 100 г/л), Гарант (Гарантол, КЕ) і МКС-2, КЕ (Заряд ЕС, КЕ) (д. р. пропіконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л), Карат, КС (д. р. крезоксиметил, 125 г/л + епоксиконазол, 125 г/л), Скіф, КЕ (д. р. триадимефон, 250 г/л), Страж, КС (д. р. епоксиконазол, 187 г/л + тіофанат-метил, 310 г/л). Стислу характеристику досліджених пестицидів та їхню поведінку в довкіллі наведено в таблиці 1.

## Результати дослідження та їх обговорення

Надані в таблиці 1 дані свідчать про те, що леткість більшості досліджених пестицидів є незначною. Найбільшою, за показником леткості, є максимально можлива концентрація насиченої пари в ципроконазолу ( $L = 4,15 \text{ мг/м}^3$ ), крезоксиму-метилу ( $L = 0,394 \text{ мг/м}^3$ ) та S-метолахлору ( $L = 0,197 \text{ мг/м}^3$ ), далі йдуть 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д ( $L = 0,066 \text{ мг/м}^3$ ), епоксиконазол ( $L = 0,065 \text{ мг/м}^3$ ), лямбда-цигалотрин ( $L = 0,037 \text{ мг/м}^3$ ),  $\beta$ -цифлутрин – енантіомер IV ( $L = 0,016 \text{ мг/м}^3$ ), тербутилазин ( $L = 0,014 \text{ мг/м}^3$ ). Але важливим є порівняння величини леткості з величиною гігієнічного нормативу. Наприклад, ципроконазол має розраховану леткість у 8,3 разу більшу за величину ГДК р. з., епоксиконазол – у 6 разів,  $\beta$ -цифлутрин – у 1,6 разу. Інші пестициди мають леткість значно меншу за величину ГДК р.з., наприклад, флорасулам – у 714 разів, імадаклоприд – 500 разів, дельтаметрин – у 250 разів, тебуконазол – у 190 разів, пропіконазол – у 132 рази, тербутилазин – у 71 раз, триадимефон – у 16 разів. Звертає на себе увагу те, що леткість таких пестицидів, як лямбда-цигалотрин, крезоксим-метил і S-метолахлор у 2,5–2,7 разу менша за величину гігієнічного нормативу, а це означає, що в повітрі робочої зони може бути присутньою пара, окрім аерозолу цих пестицидів. Деякі пестициди мають таку малу величину розрахованої леткості (табл. 1), що можна стверджувати, що вони є практично нелеткими (тіаклоприд, тифенсульфурон-метил), а леткість інших є несуттєвою порівняно з гігієнічним нормативом (флорасулам, імадаклоприд, дельтаметрин).

Наведені дані свідчать про те, що в повітрі робочої зони під час застосування численна більшість досліджених пестицидів перебувають виключно у формі крапельно-рідинного аерозолу, але деякі з них можуть бути в суміші аерозолу й пари. Отримана інформація щодо форми перебування

Таблиця 1

## Стисла характеристика властивостей досліджених пестицидів

Назва діючої речовини препаратів, емпірична формула, молекулярна маса	Тиск насиченої пари*, температура, t °C	Леткість** – максимально можлива концентрація насиченої пари, мг/м <sup>3</sup> /ГДК р. з. (ОБРВ р. з.) мг/м <sup>3</sup>	Стабільність в об'єктах довкілля, за гідролізом, Коефіцієнт розподілення* (K <sub>ow</sub> )
Дельтаметрин C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> BrNO <sub>3</sub> 505,2	0,002 mPa 25 °C	4 · 10 <sup>-4</sup> /0,1***	Стабільність ≤ 190 °C, стійкий на повітрі. У ґрунті: сильно сорбується ґрунтовими колоїдами; фотоліз на повітрі і DT <sub>50</sub> = 9 діб; мікробна деградація за 1–2 тижня. У польових умовах DT <sub>50</sub> < 23 діб. Більш стійкий у кислих, ніж у лужних середовищах (DT <sub>50</sub> = 3,28–2,70 доби за рН 9). K <sub>ow</sub> logP = 5,4 (25 °C)
Епоксиконазол C <sub>17</sub> H <sub>13</sub> ClFN <sub>3</sub> O 329,8	10 <sup>-7</sup> mBar 20 °C	648 · 10 <sup>-4</sup> /(0,01)	Стійкий до фотолізу і гідролізу за рН 3, 5, 7, 9; на повітрі період напіврозпаду – 96 год.; DT <sub>50</sub> у ґрунті в польових умовах – 52–226 діб
2-етилгексилловий ефір 2,4-Д C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 333,3	3,6 · 10 <sup>-6</sup> мм рт. ст. 25 °C	655 · 10 <sup>-4</sup> /0,5	Стійкий за 54 °C, а також при денному світлі, DT <sub>50</sub> > 100 діб. Гідроліз: DT <sub>50</sub> < 1 год K <sub>ow</sub> logP = 5,8 (20 °C)
Імідаклоприд C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>4</sub> 255,7	4 · 10 <sup>-7</sup> mPa 20 °C	0,0004 · 10 <sup>-4</sup> /(0,2)	Фотоліз у ґрунті – 38,9 доби, стійкий до гідролізу за рН 5–11, DT <sub>50</sub> у ґрунті > 30 діб за рН 5, 7, 9. K <sub>ow</sub> log P = 0,6 (20 °C)
Крезоксим-метил C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>4</sub> 313,36	2,3 · 10 <sup>-5</sup> мм рт. ст. 20 °C	3940 · 10 <sup>-4</sup> /(1,0)	Стійкий до гідролізу у кислому середовищі: DT <sub>50</sub> = 875 діб (рН 5), 34 доби (рН 7), 7 діб (рН 9). K <sub>ow</sub> logP = 3,4 (25 °C)
S-метолахлор C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> ClNO <sub>2</sub> 283,8	1,7 mPa 20 °C	1975,9 · 10 <sup>-4</sup> /(0,5)	Стабільний при ≤ 300 °C. Деградація в ґрунті DT <sub>50</sub> = 30 діб. K <sub>ow</sub> log P = 3,5
Пропіконазол C <sub>15</sub> H <sub>17</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 342,2	0,133 mPa 20 °C;	37,8 · 10 <sup>-4</sup> /0,5	Стабільний до 320 °C. Гідроліз незначний. DT <sub>50</sub> 53,5 доби (рН 7, 20 °C). K <sub>ow</sub> logP = 3,72 (рН 6,6 за 25 °C)
Римсульфурон C <sub>14</sub> H <sub>17</sub> N <sub>5</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub> 431,4	1,5 · 10 <sup>-3</sup> mPa 20 °C	2,65 · 10 <sup>-4</sup> /(1,0)	Практично стабільний під дією повітря та світла. K <sub>ow</sub> log P = 0,3 (рН 5)
Тебуконазол C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> ClN <sub>3</sub> O 395,4	0,013 mPa 20 °C	21 · 10 <sup>-4</sup> /0,4	Гідроліз: DT <sub>50</sub> > 1 року за рН 4, 7, 9 (22 °C) DT <sub>50</sub> > 1 року (рН 3, 6, 9). K <sub>ow</sub> log P = 3,7
Тербутилазин C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> ClN <sub>5</sub> 229,7	0,15 mPa 20 °C	141 · 10 <sup>-4</sup> /(1,0)	DT <sub>50</sub> = 8 діб (гідроліз) за 20 °C (рН 1); 86 діб (рН 5), > 200 діб (рН 9), 12 діб (рН 13). У ґрунті DT <sub>50</sub> = 30–90 діб. K <sub>ow</sub> log P = 3,0
Тіаклоприд C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> ClN <sub>4</sub> S 252,7	3 · 10 <sup>-7</sup> mPa 20 °C	0,31 · 10 <sup>-7</sup> /(0,3)	Стійкий у ґрунті: DT <sub>50</sub> = 7–21 діб. Рухливість у ґрунті нижча за середню. K <sub>ow</sub> logP = 1, 3
Тіофанат-метил C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub> 342,4		/ 0,1	За +172 °C (плавлення) розкладається. Основний метаболіт – карбендазім. K <sub>ow</sub> logP = 1,5

Продовження табл. 1

Назва діючої речовини препаратів, емпірична формула, молекулярна маса	Тиск насиченої пари*, температура, t °C	Леткість** – максимально можлива концентрація насиченої пари, мг/м <sup>3</sup> /ГДК р. з. (ОБРВ р. з.) мг/м <sup>3</sup>	Стабільність в об'єктах довкілля, за гідролізом, Коефіцієнт розподілення* (K <sub>ow</sub> )
Тифенсульфурон-метил C <sub>12</sub> H <sub>13</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub> S <sub>2</sub> 387,4	17 nPa 25 °C	0,068 · 10 <sup>-7</sup> /(0,1)	Стабільний за 55 °C. Незначна фотодеградація в польових умовах; гідроліз (45 °C): DT <sub>50</sub> = 4,7 год (рН 3), 38 год (рН 5), 11 год (рН 9) У ґрунті DT <sub>50</sub> = 1–4 діб. K <sub>ow</sub> log P = 0,5 (рН 5).
Триадимефон C <sub>14</sub> H <sub>16</sub> ClN <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 293,8	< 0,1 mPa 20 °C	13,6 · 10 <sup>-4</sup> /(0,2***)	Стабільний до гідролізу: DT <sub>50</sub> > 1 року (рН 3, 6, 9). K <sub>ow</sub> logP = 3,11 (22 °C)
Флорасулам C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> N <sub>5</sub> F <sub>3</sub> S 359,3	1,0 · 10 <sup>-5</sup> Pa 20 °C	14,0 · 10 <sup>-4</sup> /(1,0)	DT <sub>50</sub> = 273 доби за 22 °C; 3,97 доби за 50 °C. У ґрунті DT <sub>50</sub> = 11–14 діб під дією сонячного світла, рН 5,4 за + 23 °C.
Лямбда-цигалотрин C <sub>23</sub> H <sub>19</sub> ClF <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> 449,9	200 nPa 20 °C	368 · 10 <sup>-4</sup> /0,1***	Стійкий під дією світла, а також за 15–25 °C понад 6 місяців. У ґрунті DT <sub>50</sub> = 22–82 доби. K <sub>ow</sub> log P = 7 (20 °C)
β-цифлутрин C <sub>22</sub> H <sub>18</sub> Cl <sub>2</sub> FNO <sub>3</sub> 434,3 (суміш 2 енантіомерів у відношенні 1:2)	Енантіомер II (S 1R-cis-+R 1S-cis) 10 nPa, 20 °C Енантіомер IV (S 1R-trans-+R 1S-trans) 90 nPa, 20 °C	18 · 10 <sup>-4</sup>  160 · 10 <sup>-4</sup> /0,01	DT <sub>50</sub> 53,5 доби (рН 7, 20 °C); K <sub>ow</sub> logP = 3,72 (рН 6,6 за 25 °C)
Ципроконазол C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> ClN <sub>3</sub> O 291,8	34700 nPa 20 °C	4,15 /0,5	DT <sub>50</sub> = 21 доба на поверхні ґрунту під дією сонячного світла. Сорбується ґрунтом (2,3–3,9 % за рН 6,4 і 5,1). K <sub>ow</sub> log P = 2,9 (рН 7).

Примітка. \*Інформація за "The Pesticide Manual. - 9<sup>th</sup> ed. A World Compendium / Ed. Charles R. Worthing"; \*\*леткість розрахована за "Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справочное издание / Муравьева С. И., Буковский М. И., Прохорова Е. К. и др., 1991"; \*\*\*пестицид є небезпечним при потрапінні на шкіру за ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті», Київ, 2001 р.

пестициду в повітрі робочої зони у вигляді аерозолу чи пари є надзвичайно важливою для правильного вибору способу відбору проби повітря і відповідного сорбційного матеріалу.

Важливою характеристикою поведінки пестицидів у довкіллі, яка пов'язана з фізико-хімічними властивостями молекули, є здатність до гідролізу в кислих, нейтральних та лужних середовищах, схильність до руйнування (перетворення) під дією сонячного світла і нагрівання (при підвищенні температури в повітрі й на поверхні ґрунту), кисню повітря, здатність до сорбції колоїдами ґрунту, біодеградації в ґрунті під дією мікрофлори тощо.

Відомо, що ґрунт може бути джерелом вторинного надходження пестицидів у виробничу зону,

наприклад, з парами, якщо пестициди достатньо леткі, або, частіше за все, з ґрунтовим пилом, що здійснюється вітром, який утворюється при проведенні певних сільськогосподарських операцій, і забруднює не тільки повітря, але й поверхню обладнання, кабіни тракторів і машин тощо. Ґрунтовий пил осідає й забруднює поверхню спецодягу працюючих. Забруднюється також незахищена поверхня рук і обличчя. Якщо пестициди стабільні під дією сонячного світла, тоді їхню деградацію на поверхні ґрунту пояснюють впливом не тільки рН ґрунту (кислотне чи лужне середовище), але також присутністю інших хімічних речовин, які можуть виступати як каталізатори деградації. Не виключають дію біологічних факторів (наприклад, мікроорганізмів

тощо). Таким чином, комплекс факторів довкілля, фізико-хімічні властивості молекул пестицидів (леткість, здатність піддаватися гідролізу або іншим перетворенням) обумовлюють термін їхнього перебування на поверхні або безпосередньо в ґрунті. Стабільність пестицидів у ґрунті набуває особливо-го значення тоді, коли встановлюють гігієнічні регламенти, і тоді дослідження вмісту пестицидів у повітрі і ґрунті проводять через 1, 3, 5–7, 14 діб після використання препаратів і при зборі врожаю.

Як видно з наведених у таблиці 1 даних, період напіврозпаду ( $DT_{50}$ ) досліджених пестицидів у ґрунті може коливатися в діапазоні від декількох діб (наприклад, тифенсульфурон-метил, флорасулам, тіаклопрід, дельтаметрин) до 1 місяця й більше (S-метолахлор, лямбда-цигалотрин, 2-етилгексильовий ефір 2,4-Д, тербутилазин, тебуконазол). Але відомо, що фактичні залишки пестицидів у ґрунті значною мірою залежать від кліматичної зони, природи ґрунту, його сорбційної активності, норми витрати препарату й кратності застосування при вирощуванні певної сільськогосподарської (с/г) культури.

Привертає увагу те, що дельтаметрин, лямбда-цигалотрин і тріадимефон є небезпечними при потрап-лянні на незахищену поверхню шкіри (табл. 1), а їхня величина коефіцієнта розподілення в системі «октанол/вода»  $K_{ow} \log P = 5,4$ ,  $K_{ow} \log P = 7$ ,  $K_{ow} \log P = 3,1$  відповідно свідчить про можливість проникнення крізь шкіру. Це спонукає при роботі з пестицидами, що мають певну дермальну токсичність, обов'язково використовувати індивідуальні засоби захисту шкіри.

Таким чином, дані про стабільність пестицидів і їхню леткість дають можливість обґрунтовано підходити до терміну відбору проб повітря та проб ґрунту після застосування пестицидів, їхнього надійного аналізу й отримання достовірних результатів щодо забруднення виробничого середовища.

Результати дослідження вмісту пестицидів у повітрі робочої зони під час приготування робочих розчинів, обприскування с/г об'єктів та в повітрі над обробленою ділянкою через 1 год (сумарно), у ґрунті через 1 год після використання препаратів наведено в таблиці 2.

Критично розглядаючи отримані результати виробничих досліджень, наведені в таблиці 2, можна відмітити, що вміст пестицидів у повітрі робочої зони при застосуванні препаратів не перевищував гігієнічних нормативів (за виключенням

епоксиконазолу — препарат Страж, КС) і був для багатьох значно меншим порівняно з величиною гігієнічного нормативу в десятки і навіть у сотні разів.

Уміст багатьох пестицидів у ґрунті був на рівні або значно меншому за величину гігієнічного нормативу. Однак уміст деяких із них перевищував цей норматив, наприклад, S-метолахлор і тербутилазин (препарат Екстра корн, СЕ); ципроконазол (препарати Гарант і МКС-2, КЕ), тріадимефон (Азимут, КЕ), епоксиконазол (Карат, КЕ). Але необхідно відзначити, що в подальших спостереженнях (до 7–14 діб) уміст усіх досліджених пестицидів у ґрунті суттєво зменшувався, у тому числі й порівняно з межею кількісного визначення (МКВ).

У таблиці 3 надано результати визначення пестицидів у змивах з незахищеної поверхні шкіри рук (площа  $800 \text{ cm}^2$ ) і обличчя (площа  $400 \text{ cm}^2$ ) працюючих, у нашивках (площа однієї нашивки  $32,5 \text{ cm}^2$ ), що були розташовані на спецодязі працюючих в області обох плечей і грудей.

Аналізуючи отримані результати щодо забруднення незахищеної шкіри рук і обличчя працюючих (табл. 3), можна відмітити, що найбільший вміст пестицидів у змивах належав тебуконазолу й тріадимефону (препарат Азимут, КЕ), S-метолахлору і тербутилазину (препарат Екстра корн, СЕ), пропіконазолу і ципроконазолу (препарат Гарант).

Із наданих даних видно, що в переважаючій кількості випадків руки працюючих були забруднені значно більше, ніж обличчя.

Звертаємо увагу на забруднення тими пестицидами, які є небезпечними при попаданні на незахищену шкіру — дельтаметрин, тріадимефон і лямбда-цигалотрин. В одному випадку (препарат Децис і-Люкс 25 ЕС) уміст дельтаметрину в пробі змивів з поверхні рук становив менше межі кількісного визначення (було використано при роботі рукавиці), а в іншому (препарат Протеус 110, ОД, МД) уміст дельтаметрину в змивах з поверхні рукавиць становив  $60,58 \text{ мкг}$ .

Спробуємо проаналізувати найбільший вміст деяких пестицидів у змивах і нашивках, порівнявши з умістом їх у ґрунті з урахуванням фізико-хімічних властивостей.

Із наданих у таблиці 4 даних видно, що співвідношення вмісту діючих речовин у повітрі робочої зони не завжди відображає співвідношення в препараті. Наприклад, у препаратах Гарант і МКС-2, КЕ уміст пропіконазолу перевищує вміст ципроконазолу в

Таблиця 2

## Уміст пестицидів у повітрі робочої зони та ґрунті після застосування препаратів

№	Назва препарату	Діюча речовина	Уміст пестицидів	
			повітря робочої зони (гігієнічний норматив), мг/м <sup>3</sup>	ґрунт (гігієнічний норматив), мг/кг
1	АТ-Т-2 (Танаїс ВГ)	Римсульфурон	<b>(1,0)</b>	< 0,01** <b>(0,03)</b>
2	Мілафорт, КС	Нікоссульфурон	0,010 ± 0,005 <b>(1,0)</b>	0,020 ± 0,004 <b>(0,2)</b>
3	Сатурн, МД	Нікоссульфурон	0,008*** <b>(1,0)</b>	< 0,01** <b>(0,2)</b>
4	Штурман SC, КС	Нікоссульфурон	0,018 ± 0,005 <b>(1,0)</b>	0,010 ± 0,002 <b>(0,2)</b>
5	Стрім, КС	S-метолахлор	0,005 ± 0 <b>(1,0)</b>	2,11 ± 0,40 <b>(0,02)</b>
6	Децис f-Люкс 25 ЕС, КЕ	Дельтаметрин	0,001*** <b>(0,1*)</b>	0,180 ± 0,005 <b>(0,01)</b>
7	Скіф, КЕ	Триадимефон	0,001 ± 0 <b>(0,5*)</b>	0,003 ± 0 <b>(0,03)</b>
8	Грин-3, ВГ	Нікоссульфурон	0,019 ± 0,005 <b>(1,0)</b>	< 0,01** <b>(0,2)</b>
		Римсульфурон	0,101 ± 0,020 <b>(1,0)</b>	< 0,01** <b>(0,03)</b>
9	Еклат 750, ВГ	Тифенсульфурон-метил	< 0,05** <b>(0,1)</b>	< 0,05** <b>(0,05)</b>
		Римсульфурон	0,040 ± 0,008 <b>(1,0)</b>	0,03 ± 0,01 <b>(0,03)</b>
10	К 1 АХТ СС (Дисулам, СЕ)	2-Етилгексилловий ефір 2,4-Д	< 0,01** <b>(0,5)</b>	< 0,02** <b>(0,1)</b>
		Флорасулам	<b>0,02 (1,0)</b>	0,025 <b>(0,05)</b>
11	Метеор, СС (Ратник, СЕ)	2-Етилгексилловий ефір 2,4-Д	<b>0,01 (0,5)</b>	<b>0,02 (0,1)</b>
		Флорасулам	<b>0,02 (1,0)</b>	0,025 <b>(0,05)</b>
12	Канонір Дуо, КС	Імдаклоприд	0,0035*** <b>(0,2)</b>	< 0,01** <b>(0,04)</b>
		Лямбда-цигалотрин	0,001*** <b>(0,1*)</b>	0,10 ± 0,01 <b>(0,05)</b>
13	Коннект, КС	Імдаклоприд	0,101 ± 0,020 <b>(0,2)</b>	0,020 ± 0,001 <b>(0,04)</b>
		β-цифлутрин	0,008*** <b>(0,01)</b>	0,050 ± 0,002 <b>(0,04)</b>
14	Караг, КС	Крезоксим-метил	0,0004 ± 0,0001 <b>(1,0)</b>	0,080 ± 0,008 <b>(0,1)</b>
		Епоксиконазол	0,009 ± 0,003 <b>(0,01)</b>	0,540 ± 0,050 <b>(0,4)</b>
15	Страж, КС	Тіофанат-метил	< 0,04** <b>(0,1)</b>	< 0,08** <b>(0,4)</b>
		Епоксиконазол	0,027 ± 0,004 <b>(0,01)</b>	0,030 ± 0,003 <b>(0,4)</b>
16	Азимут, КЕ	Тебуконазол	0,013 ± 0,005 <b>(0,4)</b>	0,010 ± 0,005 <b>(1,0)</b>
		Триадимефон	0,008 ± 0,002 <b>(0,5*)</b>	0,160 ± 0,003 <b>(0,03)</b>
17	Протеус 110, ОД, МД	Дельтаметрин	0,009 ± 0,001 <b>(0,1*)</b>	0,160 ± 0,005 <b>(0,01)</b>
		Тіаклоприд	< 0,02** <b>(0,3)</b>	0,10 ± 0,01 <b>(0,09)</b>
18	Екстракорн, СЕ	S-метолахлор	0,013 ± 0,002 <b>(1,0)</b>	9,86 ± 1,95 <b>(0,02)</b>
		Тербутилазин	0,008 ± 0,002 <b>(1,0)</b>	2,78 ± 0,56 <b>(0,04)</b>
19	Гарант (Гарантол, КЕ)	Пропіконазол	0,0008*** <b>(0,5)</b>	0,11 ± 0,01 <b>(0,2)</b>
		Ципроконазол	0,008*** <b>(0,1)</b>	0,140 ± 0,001 <b>(0,01)</b>
20	МКС-2 КЕ (Заряд, КЕ)	Пропіконазол	0,004 ± 0,001 <b>(0,5)</b>	0,21 ± 0,05 <b>(0,2)</b>
		Ципроконазол	0,008*** <b>(0,1)</b>	0,19 ± 0,01 <b>(0,01)</b>

Примітка. \*Пестицид небезпечний при потраплянні на шкіру; \*\*уміст пестициду менше межі кількісного визначення; \*\*\*у випадку невиявлення пестициду в повітрі робочої зони наведено межу його кількісного визначення в атмосферному повітрі.

Таблиця 3

Уміст пестицидів у змивах з поверхні незахищеної шкіри рук і обличчя,  
у нашивках на спецодязі працюючих після застосування препаратів

№	Назва препарату	Діюча речовина	Уміст пестицидів у пробі, мкг		
			Руки (змиви)	Обличчя (змиви)	Нашивки (плечі + груди)
1	АТ-Т-2 (Танаїс ВГ)	Римсульфурон	4,40	0,84	8,26
2	Мілафорт, КС	Нікоссульфурон	0,15	0,15	0,29
3	Сатурн, МД	Нікоссульфурон	0,9	0,3	0,88
4	Штурман СС, КС	Нікоссульфурон	< 0,2**	< 0,2**	< 0,6**
5	Стрім, КС	S- метолахлор	25,0	5,1	1,7
6	Децис f-Люкс 25 ЕС, КЕ	Дельтаметрин	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
7	Скіф, КЕ	Триадимефон	0,62	0,08	1,30
8	Грин-3, ВГ	Нікоссульфурон	< 0,2**	< 0,2**	3,04
		Римсульфурон	< 0,2**	< 0,2**	2,76
9	Еклат 750, ВГ	Тифенсульфурон-метил	3,2	1,6	0,39
		Римсульфурон	0,4	0,16	9,75
10	К 1 АХТ СС (Дисулам, СЕ)	2-Етилгексилловий ефір 2,4-Д	0,7	0,7	1,4
		Флорасулам	0,08	0,31	0,14
11	Метеор, СС (Ратник, СЕ)	2-Етилгексилловий ефір 2,4-Д	1,4	0,7	2,1
		Флорасулам	0,09	0,08	0,29
12	Канонір Дуо, КС	Імідаклоприд	0,80	3,65	1,32
		Лямбда-цигалотрин	0,09	0,11	1,51
13	Коннект, КС	Імідаклоприд	0,08	0,08	0,16
		β-цифлутрин	0,28	0,4	1,0
14	Карат, КС	Крезоксим-метил	0,1	0,21	6,49
		Епоксиконазол	3,34	1,58	4,5
15	Страж, КС	Тіофанат-метил	0,08	0,08	0,29
		Епоксиконазол	3,29	1,98	2,82
16	Азимут, КЕ	Тебуконазол	25,03	6,08	1,66
		Триадимефон	27,07	10,08	1,24
17	Протеус 110,ОД, МД	Дельтаметрин	60,58*	0,01	0,78
		Тіаклоприд	0,12	0,025	0,4
18	Екстракорн, СЕ	S-метолахлор	25,03	5,08	1,65
		Тербутилазин	27,07	10,08	1,25
19	Гарант (Гарантол, КЕ)	Пропіконазол	29,84	7,32	5,29
		Ципроконазол	7,28	4,08	4,61
20	МКС-2 КЕ (Заряд, КЕ)	Пропіконазол	3,28	1,04	0,40
		Ципроконазол	4,16	2,16	< 0,4**

Примітка \*Змив з рукавиць, \*\*уміст пестициду менше межі кількісного визначення.

Таблиця 4

Порівняння вмісту пестицидів у повітрі робочої зони, ґрунті, змивах з поверхні шкіри і нашивках на спецодязі з леткістю та стабільністю в ґрунті

Препарат	Діюча речовина, уміст у препараті	Повітря, мкг/м <sup>3</sup>		Змиви руки/обличчя, мкг у пробі	Нашивки, мкг у пробі	Ґрунт, мкг/кг	Стабільність, DT <sub>50</sub>
		Руки (змиви)	Нашивки (плечі + груди)				
Азимут фунгіцид, зернові	Тебуконазол 125 г/л	2,1	13	25,03/6,08	1,66	120	>1 року
	Триадимефон 100 г/л	1,36	8	27,07/10,08	1,24	160	>1 року
Гарант фунгіцид, зернові	Пропіконазол 250 г/л	3,78	4	29,84/7,32	5,29	110	Стабільн.
	Ципроконазол 80 г/л	4150	8	7,28/4,08	4,61	140	21 доба
МКС-2 KE, фунгіцид, зернові	Пропіконазол 250 г/л	3,78	4	3,28/1,04	0,40	210	Стабільн.
	Ципроконазол 80 г/л	4150	8	4,16/2,16	0,4	190	21 доба
Протеус інсектицид, зернові	Дельтаметрин 10 г/л	0,4	1,5	<b>60,58*</b> /0,01	0,78	35	23 доби
	Тіаклоприд 100 г/л	Практично нелеткий	9	0,12/0,025	0,4	157	7-21 доба
Екстракорн гербіцид, кукурудза	S-метолахлор 312,5 г/л	197,5	13	25,03/5,08 <u>?</u>	1,65	9860	30 діб
	Тербутилазин 187,5 г/л	14,1	8	27,07/10,08 <u>?</u>	1,25	2780	30-90 діб

Примітка. \*Проба змиву з 2 рукавиць.

3 рази, але в повітрі вміст ципроконазолу перевищує вміст пропіконазолу в 2 рази, і це можна пояснити тільки значно більшою леткістю ципроконазолу. У пробах ґрунту вміст ципроконазолу був меншим (препарат МКС-2, KE) на 14 % та на 27 % більшим (препарат Гарант), ніж вміст пропіконазолу.

Розглядаючи показники стабільності пестицидів у ґрунті та їхню леткість, можна відмітити, що через 1 год після застосування препаратів до вмісту пестицидів у повітрі робочої зони над обробленою ділянкою може «приєднатися» певна кількість пестициду, що випаровується з поверхні рослин і ґрунту, наприклад, ципроконазол або S-метолахлор (найбільша кількість пестициду в ґрунті — 9860 мкг/кг). Забруднення нашивок відбувається через осідання певної кількості аерозолу з повітря при підготовці робочих розчинів і під час обприскування рослин, а забруднення поверхні рук (і рукавиць) — під час стикання з забрудненою поверхнею технічного обладнання.

Не зосереджуючись на нормах витрати пестицидних препаратів (і кратності їхнього використання),

що відповідає технології вирощування певної культури, спробуємо співставити рівні забруднення незахищеної шкіри рук і обличчя та спецодязу з рівнем забруднення повітря робочої зони і ґрунту, які подано на деяких характерних рисунках (рис. 1–4).

На рисунку 4 видно, що з забрудненням тіаклопридом ґрунту може бути пов'язане забруднення шкіри працюючих. Фактичне забруднення ґрунту діючими речовинами віддзеркалює їхній вміст у препараті Протеус 110, OD, МД.

Отримані результати визначення вмісту діючих речовин 20 досліджених препаратів у повітрі робочої зони в день застосування та через деякий час після, у змивах і нашивках працюючих були використані в кількісній оцінці ризику можливого несприятливого інгаляційного, кризьшкірного та комплексного впливу пестицидів на оператора та його помічника. У розрахунках були використані основні положення «Німецької експозиційної моделі оцінки ризику» (BBA, 1992 р.), рекомендації «Guidance for Setting of Acceptable Operator Exposure Levels (AOEL)» та власні методичні



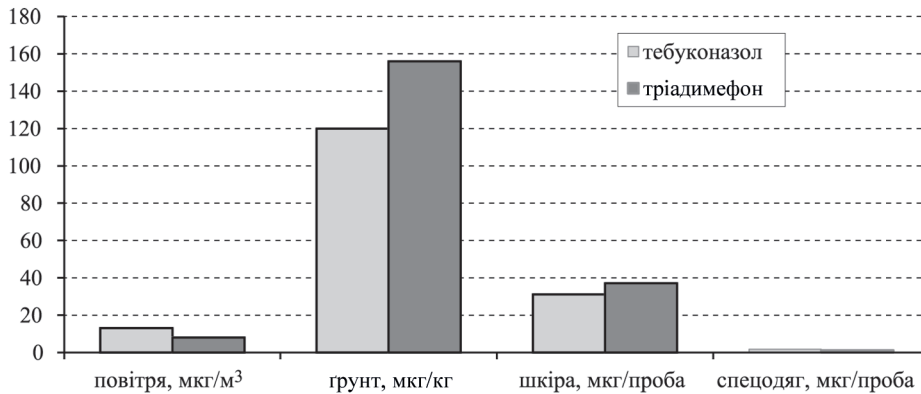


Рис. 1. Рівні забруднення тебуконазолом і триадимефоном повітря робочої зони, ґрунту, незахищеної поверхні шкіри рук і обличчя, спецодягу працюючих при обприскуванні ячменю фунгіцидним препаратом Азимут, КЕ (д. р. тебуконазол, 125 г/л + триадимефон, 100 г/л)

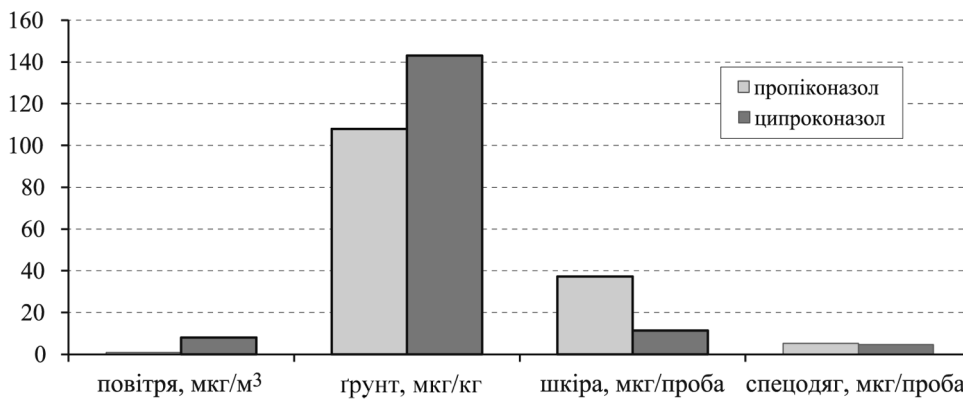


Рис. 2. Рівні забруднення пропіконазолом і ципроконазолом повітря робочої зони, ґрунту, незахищеної поверхні шкіри рук і обличчя, спецодягу працюючих при обприскуванні пшениці фунгіцидним препаратом Гарант (д. р. ципроконазол, 80 г/л + пропіконазол, 250 г/л).

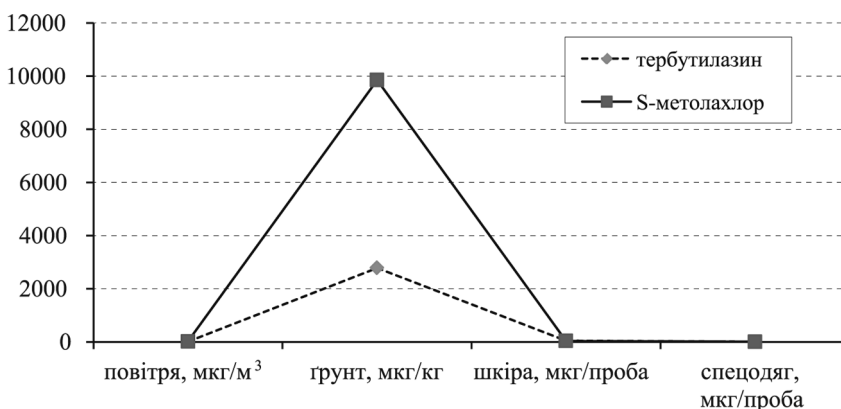


Рис. 3. Рівні забруднення тербутилазином і S-метолахлором повітря робочої зони, ґрунту, незахищеної поверхні шкіри рук і обличчя, спецодягу працюючих при обприскуванні кукурудзи гербіцидним препаратом Екстракорн, СЕ (д. р. тербутилазин, 187,5 г/л + S-метолахлор, 321,5 г/л).

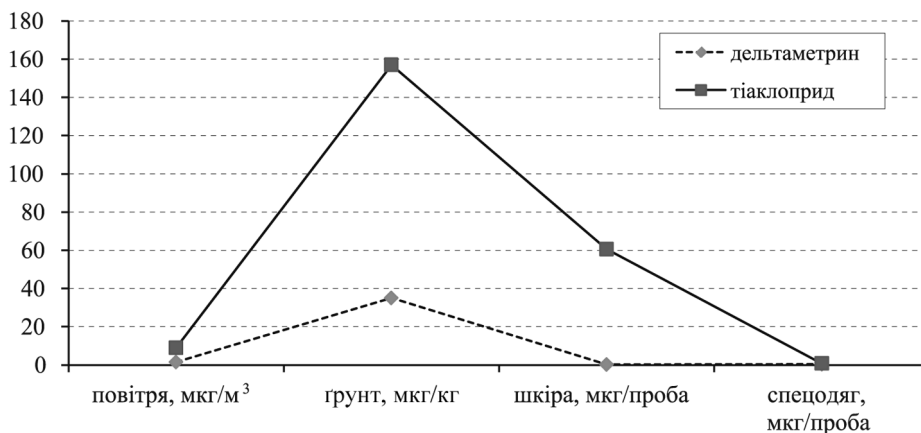


Рис. 4. Рівні забруднення тіаклопридом і дельтаметрином повітря робочої зони, ґрунту, незахищеної поверхні шкіри рук і обличчя, спецодягу працюючих при обприскуванні ячменю інсектицидним препаратом Протеус 110, OD, МД (д.р. дельтаметрин, 10 г/л + тіаклоприд, 100 г/л)

підходи до оцінки ризику впливу пестицидів на працюючих [18].

Проведені розрахунки ризику інгаляційного, крізьшкірного та сумарного впливу досліджених препаратів на працюючих на всіх етапах застосування препаратів не перевищував допустимого рівня, що свідчить про достатню ступінь безпечності робіт з дослідженими препаратами. Для забезпечення охорони праці та виробничої санітарії при роботі з дослідженими препаратами необхідно виконувати вимоги відповідних інструкцій з безпечного застосування препаратів.

Терміни безпечного виходу робітників на оброблені пестицидами ділянки для проведення ручних/механізованих робіт складають:

**гербіциди на кукурудзі:** АТ-Т-2 (д. р. римсульфурон), Мілафорт, Сатурн і Штурман SC (д. р. нікосульфурон), Стрим КС (д. р. S-метолахлор), Грин-3 (д. р. нікосульфурон + римсульфурон); Еклат 750 (д. р. тифенсульфурон-метил + римсульфурон), Екстракорн, СЕ (д. р. S-метолахлор + тербутилазин) – не регламентуються/3 доби;

**гербіциди на зернових злакових культурах:** К1 АХТ СЕ і Метеор СЕ (д. р. 2-етилгексилловий ефір 2,4 Д + флорасулам) – не регламентуються / 3 доби;

**ісектициди на зернових злакових культурах:** Децис S-Люкс 25 ЕС, КЕ (д. р. дельтаметрин); Канонір (д. р. імідаклоприд + лямбда-цигалотрин), Протеус 110, OD (д. р. дельтаметрин + тіаклоприд) і на кукурудзі – Коннект (д. р. β-цифлутрин + імідаклоприд) – не регламентуються / 3 доби;

**фунгіциди на зернових злакових культурах:**

Азимут, КЕ (д. р. тебуконазол + тріадимефон), Гарант і МКС-2, КЕ (д. р. пропіконазол + ципроконазол), Карат (д. р. крезоксим-метил + епоксиконазол), Скіф (д. р. тріадимефон), Страж (д. р. епоксиконазол + тіофанат-метил) – не регламентуються / 3 доби.

## Висновки

Отримані результати дослідження 20 пестицидних препаратів, що були застосовані на олійних і злакових культурах, показали:

- при застосуванні препаратів як з однією діючою речовиною, так і з двома діючими речовинами, забруднення повітря робочої зони було нижче рівня гігієнічних нормативів;
- парова складова у суміші з аерозолем у забрудненні повітря робочої зони була несуттєвою при застосуванні препаратів, за винятком тих пестицидів, що через порівняно високу леткість (ципроконазол, S-метолахлор) можуть бути в суміші з аерозолем;
- забруднення незахищеної поверхні шкіри обличчя і рук, а також і спецодягу працюючих певною мірою може бути пов'язане з забрудненням повітря крапельно-рідинним і пиловим аерозолем, а також і поверхні обладнання;
- отримані результати забруднення виробничого середовища було використано для підтвердження можливості контролю за дотриманням установлених раніше гігієнічних регламентів, що сприяє безпечному застосуванню нових пестицидних препаратів.

## Література

1. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Москва : Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы, 1994. – Сб. 22, ч. 2. – МУ № 6185-91, С. 87-90.
2. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – Зб. 40. – МУ № 348-2002, С. 125-133.
3. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Москва : Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы, 1994. – Сб. 22, ч. 1. – МУ № 6186-91, С. 123-127; МУ № 6181-91, С. 195-201; МУ № 6272-91, С. 56-61; МУ № 6154-91, С. 72-77.
4. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Киев : УКРГОСХИМКОМИССИЯ, 1995. – Сб. 18, ч. 1. – МУ № 4357-87, С. 3-6.
5. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев : Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – Сб. 32. – МУ № 189-2000, С. 41-46; МУ № 108-98, С. 114-119; МУ № 10-98, С. 106-113.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник, т. 1 ; сост. Клисенко М. А. и др. – Москва : Колос, 1992. – МУ № 3016-89, С. 460-468; МУ № 3190-85, С. 545-547.
7. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев : Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – Сб. 29. – МУ № 168-99, С. 101-104.
8. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. – Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. – Зб. 70. – МУ № 795-2007, С. 64-79.
9. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Киев : УКРГОСХИМКОМИССИЯ, 2000. – Сб. 27. – МУ № 118-98, С. 38-42; МУ № 119-98, С. 43-49.
10. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – Зб. 36. – МУ № 249-2001, С. 44-49; МУ № 316-2002, С. 128-137.
11. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Киев : Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 1995. – Сб. 20, ч. 2. – МУ № 5350-91, С. 230-245.
12. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – Зб. 37. – МУ 307-2001, С. 199-204.
13. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – К. : УКРГОСХИМКОМИССИЯ, 1994. – Сб. 23. – МУ № 6246-91, С. 42-46.
14. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. – Зб. 60. – МУ 635-2006, С. 5-20.
15. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев : Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – Сб. 30. – МУ № 154-99, С. 69-73.
16. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев : Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2001. – Сб. 31. – МУ № 110-98, С. 18-26.
17. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в продуктах харчування, кормах та зовнішньому середовищі. – Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2003. – Зб. 35. – МУ № 264-2001, С. 69-75; МУ № 265-2001, С. 76-84.
18. Оценка риска неблагоприятного воздействия пестицидов на работающих при их применении в условиях «нулевых» значений экспозиционных уровней / Кирсенко В. В., Яструб Т. А., Карпенко В. Н. [та ін.] // Довкілля та здоров'я. – 2002. – № 2 (21). – С. 58-61.

**Александрова Л. Г., Демченко В. Ф., Заец Е. Р., Макаручук Я. В., Клисенко М. А., Кирсенко В. В., Яструб Т. А., Коваленко В. Ф.**

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НОВЫХ ПЕСТИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

*Введение.* Внедрение в сельское хозяйство Украины новых пестицидных препаратов, которые производятся в различных странах мира, но имеют одинаковые по химической природе действующие вещества (часто с различным

составом наполнителей), или расширение сферы их применения требует тщательной проверки соблюдения гигиенических регламентов при их применении, утвержденных в Украине, то есть их применение должно быть безопасным для здоровья работающих.

*Цель исследования* – анализ качества производственной среды по результатам химико-аналитических исследований во время проведения государственных испытаний при применении новых пестицидных препаратов на зерновых злаковых и масличных культурах.

*Материалы и методы исследования.* Для идентификации и измерения концентрации химических веществ использованы газожидкостная и высокоэффективная жидкостная хроматография с использованием газовых хроматографов «Кристаллюкс 4000 і 4000М (РФ)» с компьютерной программой «NETCHROM» и жидкостного хроматографа LC-240 (США) с компьютерной программой «TOTAL TURBOCHROM»; аналитические стандартные образцы пестицидов; методы статистического анализа.

*Результаты.* Определено содержание 19 действующих веществ 20 исследованных препаратов в воздухе рабочей зоны во время приготовления рабочих растворов и в кабине трактора при их применении на зерновых злаковых культурах и кукурузе; через 1 ч в воздухе над обработанным участком и в почве; в смывах с поверхности кожи рук и лица и в нашивках на спецодежде работающих сразу после окончания работы. Определенная степень возможного риска для здоровья работающих не превышала допустимого уровня. Установлены сроки выхода работающих на обработанные участки.

*Выводы.* При соблюдении технологических регламентов применения препаратов содержание пестицидов в воздухе рабочей зоны не превышало гигиенических нормативов. Паровая составляющая в загрязнении воздуха была несущественной за исключением тех пестицидов, которые из-за сравнительно высокой летучести (ципроконазол, S-метолахлор) могут быть в смеси с аэрозолем. Загрязнение кожи рук, лица и спецодежды может быть связано с загрязнением как воздуха капельно-жидким и пылевым аэрозолем, так и поверхности оборудования. Подтверждена возможность использования для контроля безопасности применения препаратов ранее установленных гигиенических регламентов.

**Ключевые слова:** новые пестицидные препараты, химико-аналитические исследования, загрязнение производственной среды (воздух, почва, поверхность рук, лица, спецодежда), безопасность применения

**Aleksandrova L. G., Demchenko V. F., Zayets E. P., Makarchuk Ya. V., Klisenko M. A., Kirsenko V. V., Yastrub T. O., Kovalenko B. F.**

## **ASSESSMENT OF QUALITY OF THE WORK ENVIRONMENT IN USING NEW PESTICIDE PREPARATIONS**

SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

*Background.* Implementation of new pesticide preparations in agriculture, which are produced in many countries of the world and have similar acting ingredients or a wide range of application, requires a comprehensive check of hygienic regulations in their application, adopted in Ukraine, i.e. their application should not be dangerous for workers.

*Purpose of the work.* To investigate the quality of the work environment, basing on the results of chemical-analytical studies in state trials of new pesticide preparations on cereal and oil cultures.

*Methods, analytical equipment, materials.* Methods of gas liquid and high effective liquid chromatography were used with the gas chromatograph «Kristallux 4000 and 4000M» (Russia) and the computer program «Total Turbochrom»; analytical standard samples of pesticides; methods of statistical analysis.

*Results.* 19 active ingredients of 20 examined preparations in the working zone air have been defined in the process of preparation of working solutions and in the operator's cabin, when applied on cereal crops and corns: in 1 year in the air over the treated area and in the soil; in washes from the skin of hands and face and on patches on the working cloth after ceasing the work. A degree of the probable risk for worker's health did not exceed the permissible level. The reentry period for workers to appear at the treated area has been defined.

*Conclusion.* The content of pesticides in the working zone air did not exceed hygienic standards in case of keeping to technological regulations. The vapor constituent in the air pollution was not significant, excluding pesticides which could be volatile in combination with aerosols, due to their high volatility (cyproconazole, S-metolachlor). The contamination of skin on hands, face and working cloth can be connected not only with contamination of the air by liquid-drop and dust aerosols but the equipment as well. The use of earlier established hygienic regulations for the control of safety in pesticide application has been proved.

**Key words:** new pesticide preparations, chemical-analytical studies, pollution of the work environment (air, spoil, hands surface, face, working cloth), safe application

## References

1. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1994, Moscow : Centre of scientific-technical information, publicity and advertisement, Collection of papers, no. 22, Part. 2, MU № 6185-91, pp. 87–90 (in Russian).
2. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2004, Kyiv : Ministry of Environment Protection of Ukraine, Collection of papers, no. 40, MU № 348-2002, pp. 125–133 (in Ukrainian).
3. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1994, Moscow : Centre of scientific-technical information, publicity and advertisement, Moscow, Collection of papers, no. 22, Part 1, MU № 6186-91, pp. 123–127; MU № 6181-91, pp. 195–201; MU № 6272-91, pp. 56–61; MU № 6154-91, pp. 72–77 (in Russian).
4. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1995, Kyiv : UKRGOSKHIM-KOMISSIYA, Collection of papers, no. 18, Part 1, MU № 4357-87, pp. 3–6 (in Russian).
5. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2001, Kiev : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 32, MU № 189-2000, pp. 41–46; MU № 108–98, pp. 114–119; MU № 10-98, pp. 106–113 (in Russian).
6. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1992, Reference book, V. 1, Authors: M. A. Klisenko [et. al.], Moscow : Kolos, MU № 3016-89, pp. 460–468; MU № 3190-85, pp. 545–547 (in Russian).
7. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2001, Kiev : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 29, MU № 168-99, pp. 101–104 (in Russian).
8. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2011, Kyiv : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 70, MU № 795-2007, pp. 64–79 (in Ukrainian).
9. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2000, Kiev : UKRGOSKHIM-KOMISSIYA, Collection of papers, no. 27, MU № 118-98, pp. 38–42; MU № 119-98, pp. 43–49 (in Russian).
10. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2004, Kyiv : Ministry of Environment Protection of Ukraine, Collection of papers, no. 36, MU № 249-2001, pp. 44–49; MU № 316-2002, pp. 128–137 (in Ukrainian).
11. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1995, Kiev : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 20, part. 2, MU № 5350-91, pp. 230–245 (in Russian).
12. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2004, Kyiv : Ministry of Environment Protection of Ukraine, Collection of papers, no. 37, MU 307-2001, pp. 199–204 (in Ukrainian).
13. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 1994, Kiev : UKRGOSKHIM-KOMISSIYA, Collection of papers, no. 23, MU № 6246-91, pp. 42–46 (in Russian).
14. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2004, Kyiv, Ministry of Environment Protection of Ukraine, Collection of papers, no. 60, MU № 635-2006, pp. 5–20 (in Ukrainian).
15. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2001, Kiev : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 30, MU № 154-99, pp. 69–73 (in Russian).
16. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2001, Kiev : Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Collection of papers, no. 31, MU № 110-98, pp. 18–26 (in Russian).
17. Methodical instructions on determination of microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment. 2003, Kyiv : Ministry of Environment Protection of Ukraine, Collection of papers, no. 35, MU № 264-2001, pp. 69–75; MU № 265-2001, pp. 76–84 (in Ukrainian).
18. Kirsenko V. V., Yastrub T. A., Karpenko V. N. [et al.]. 2002, Risk assessment of unfavorable effect of pesticides on workers in conditions of application under «null» values of exposure levels, *Dovkillya ta zdorov'ya*, no. 2 (21), pp. 58–61 (in Russian).

*Надійшла: 3 вересня 2015 р.*

**Контактна особа:** Демченко В. Ф., ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 284 34 27.