

УДК 613:632.952 :63(477)

**ОСОБЛИВОСТІ ПІДХОДІВ ДО ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА
РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ФУНГІЦИДІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ КЛАСУ
ПІПЕРИДИНІЛ ТІАЗОЛІЗОКСАЗОЛІНІВ - ОКСАТІАПІПРОЛІНУ В
АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

**О.О.Новохацька, О.П.Вавріневич, С.Т.Омельчук, В.Г.Бардов,
В.Д.Алексійчук**

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Резюме. Серед хімічних засобів захисту рослин провідне місце посідає застосування фунгіцидів. Застосування пестицидів може становити небезпеку для здоров'я населення, професійних контингентів і об'єктів довкілля. Для попередження негативного впливу на людину і об'єкти навколишнього середовища пропонуються нові пестицидні препарати на основі діючих речовин нових хімічних класів, до яких належить оксатіапіпролін. Виходячи із вищевикладеного, метою роботи була гігієнічна оцінка та регламентація фунгіцидів Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН на основі сполуки класу піперидиніл тiazолізоксазолінів – оксатіапіпроліну в агропромисловому комплексі України. Матеріали та методи досліджень. В роботі використані метод натурного експерименту, математичного моделювання та статистичні методи. Визначення діючих речовин в різних матрицях здійснювали методом високоефективної рідинної і газорідинної хроматографії. Результати та їх обговорення. Обґрунтовані гігієнічні нормативи оксатіапіпроліну в повітрі робочої зони на рівні $1,0 \text{ мг/м}^3$, атмосферному повітрі – $0,02 \text{ мг/м}^3$, ґрунті – $0,3 \text{ мг/кг}$. Застосування фунгіцидів на основі оксатіапіпроліну не супроводжується надходженням діючих речовин в повітря робочої зони та атмосферне повітря. Професійний ризик при комплексному і комбінованому надходженні не перевищує допустиму величину (менше 1). Період напівруйнації оксатіапіпроліну у ґрунті склав $15,8 \pm 0,8$, фамоксадону – $14,9 \pm 1,1$, фолпету – $5,7 \pm 0,2$ діб. Висновок. Доведено, що застосування препаратів на основі нової речовини оксатіапіпроліну для захисту сільськогосподарських культур в умовах агропромислових комплексів не становить небезпеки для працюючих та об'єктів довкілля, при використанні традиційних технічних засобів та дотриманні встановлених агротехнічних і гігієнічних регламентів.

Ключові слова: фунгіциди, орієнтовно безпечні рівні впливу, умови праці, професійний ризик, гігієнічна регламентація.

Вступ. Сучасні технології вирощування культур передбачають застосування хімічних засобів захисту рослин для боротьби з більшістю небезпечних хвороб. В переважній більшості країн, що займаються

виращуванням овочевих і технічних культур в промислових масштабах, тактика застосування пестицидних препаратів змінилась, а саме пропонується проведення обробок на різних стадіях вегетації культур в інтегрованих системах хімічного захисту [1]. Інтегрованість захисту рослин передбачає науково-обґрунтоване застосування в залежності від конкретної агроекологічної і фітосанітарної ситуації і включає можливість використання імуногенетичних, агротехнічних, хімічних та біологічних методів управління чисельністю шкідливих організмів [2]. Серед хімічних засобів захисту рослин провідне місце посідає застосування фунгіцидів. Максимальна ефективність фунгіцидів відмічається у випадку, якщо захист сільськогосподарських культур розпочинають комбінованими препаратами [3].

Проте, застосування пестицидів може становити небезпеку для здоров'я населення, професійних контингентів і об'єктів довкілля.

Для попередження негативного впливу на людину і об'єкти навколишнього середовища пропонуються нові пестицидні препарати на основі діючих речовин (д.р.) нових хімічних класів, які рекомендовані до застосування з меншими нормами витрат. Саме до таких пестицидів належать препарати Зорвек Інкантія, СЕ (д.р. фамоксадон, 330 г/л + оксатіапіпролін, 30 г/л), Зорвек Вінабрія, КС (д.р. оксатіапіпролін, 10 г/л + фолпет, 500 г/л) та Лумісена, ТН (д.р. оксатіапіпролін, 200 г/л) – фунгіциди широкого спектру дії проти комплексу хвороб овочевих культур, виноградників та соняшнику на основі нової д.р. оксатіапіпроліну. Оксатіапіпролін відноситься до класу піперидин тiazол ізоксазолінів.

В Україні раніше препарати Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН зареєстровані не були, та не були обґрунтовані гігієнічні нормативи нової д.р. – оксатіапіпроліну в об'єктах довкілля та регламентів безпечного застосування досліджуваних препаратів.

Виходячи із вищевикладеного, метою роботи була гігієнічна оцінка та регламентація фунгіцидів Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН на основі сполуки класу піперидиніл тiazол ізоксазолінів – оксатіапіпроліну в агропромисловому комплексі України.

Матеріали та методи дослідження. Фізико-хімічні властивості діючих речовин препаратів Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН наведені в таблиці 1.

Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці та поведінку діючих речовин в об'єктах довкілля при застосуванні досліджуваних препаратів проводили згідно з [4, 5], відбір проб у відповідності до [6]. Умови застосування досліджуваних препаратів наведені в табл. 2.

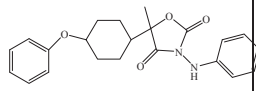
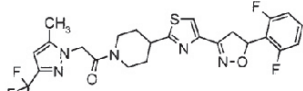
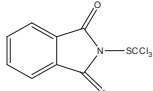
Натурні дослідження включали визначення досліджуваних д.р. в зоні дихання працівників до початку робіт (контроль), при виконанні виробничих

циклів, в повітрі в області можливого зносу пестицидів (50, 300 і 500 м), нашивках і змивах з відкритих ділянок шкіри працівників, а також проведено дослідження поведінки д.р. у ґрунті.

Визначення залишкових кількостей оксатіапіпроліну, фамоксадону і фолпету в повітрі, ґрунті та змивах з відкритих ділянок шкіри та нашивках на спецодязі проводили методами високоефективної рідинної, газорідинної хроматографії. Межі кількісного визначення аналітичних методів та гігієнічні нормативи д.р. наведено в табл. 3.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості діючих речовин [7]

| Характеристика | фамоксадон | оксатіапіпролін | фолпет |
|-------------------------|--|---|--|
| Хімічна назва (IUPAC) | (RS)-3-аніліно-5-метил-5-(4-фенозифеніл)-1,3-оксазолідін-2,4-діон | 1-(4-(4-((5RS)-5-(2,6-дифторфеніл)-4,5-дигідро-1,2-оксазол-3-іл)-1,3-тіазол-2-іл)-1-піперидил)-2-(5-метил-3-(трифторметил)-1H-піразол-1-іл)етанон | N-(трихлорметилтіо)фталімід |
| Структурна формула |  |  |  |
| Молекулярна маса | 374,39 | 539,53 | 296,56 |
| Емпірична формула | C ₂₂ H ₁₈ N ₂ O ₄ | C ₂₄ H ₂₂ F ₅ N ₅ O ₂ S | C ₉ H ₄ Cl ₃ NO ₂ S |
| Тиск пари, (25 °C), МПа | 6,4 Ч 10 ⁻⁴ | 1,141 Ч 10 ⁻³ | 2,10 Ч 10 ⁻⁰² |

Обґрунтування ОБРВ оксатіапіпроліну в повітрі робочої зони проведено у відповідності до [8, 9], атмосферному повітрі населених місць керувалися [10], ОДК в ґрунті згідно з [11].

На підставі отриманих результатів, за методикою [5], розраховували ризик інгаляційного та перкутанного впливу оксатіапіпроліну, фамоксадону і фолпету на осіб, які працювали з препаратами Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН. Враховуючи те, що фунгіциди Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС – сумішеві препарати і на працівників одночасно можуть впливати декілька д.р. (фамоксадон+оксатіапіпролін, або оксатіапіпролін+фолпет), нами був розрахований комбінований ризик.

Для оцінки стійкості досліджуваних сполук в об'єктах довкілля нами був проведений математичний аналіз процесів розкладання д.р. в ґрунті за допомогою експоненційної моделі з використанням рівняння першого порядку, який дозволив розрахувати константу швидкості руйнації (K), періодів руйнації пестицидів на 50 %, 95 % та 99 % (T₅₀, T₉₅, T₉₉).

Таблиця 2

Умови застосування досліджуваних фунгіцидів

| Назва препарату | Дата обробки | Місце обробки | Норма витрати препарату, кг (л)/га (т) | Витрати робочого розчину, л/га (т) | Спосіб застосування, використана техніка |
|------------------------|--------------|---|--|------------------------------------|--|
| Зорвек Інкантія, СЕ | 28.07.2015 | Одеська обл., Біляєвський р.-н, с. Молка, на базі СХП «Гран» | 0,5 | 300 | Штанговий обприскувач ОПШ-2000, трактор МТЗ-82 |
| Зорвек Вінабрія, КС | 30.07.2015 | Херсонська область, Скадовський район, с. Михайлівка на базі ФХ «Меркурій» | 2,5 | 1000 | Вентиляторний обприскувач ОПВ-2000, трактор МТЗ-82 |
| Лумісена, ТС | 24.04.2016 | Київська область, Білоцерківський район, с. Фурси на базі ДПЕБ «Олександрія» | 1,75 | 10 | Установка для передпосівної обробки насіння ПС-10, універсальна сіялка, трактор МТЗ-82 |

Таблиця 3

Межі кількісного визначення та гігієнічні нормативи досліджуваних речовин

| Об'єкт дослідження | фамоксадон | | оксатіапіпролін | | фолпет | |
|------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| | МКВ, мг/м ³ , мг/кг, мг, мг/дм ² [№ затвердження методу] | ГДК, ОБРВ, ОДК мг/м ³ , мг/кг | МКВ/МВ, мг/м ³ , мг/кг, мг, мг/дм ² [№ затвердження методу] | ГДК, ОБРВ, ОДК мг/м ³ , мг/кг | МКВ, мг/м ³ , мг/кг, мг, мг/дм ² [№ затвердження методу] | ГДК, ОБРВ, ОДК мг/м ³ , мг/кг |
| Повітря робочої зони | 0,006 [253-2001] | 1,0 | 0,5/0,2 [на затвердженні] [12] | - | 0,25 [2862-83] | 0,5 |
| Атмосферне повітря | | 0,01 | 0,008/0,003 [на затвердженні] [12] | - | 0,0008 [507-2004] | 0,001 |
| Ґрунт | 0,02 [254-2001] | 0,3 | 0,1/0,03 [на затвердженні] [12] | - | 0,03 [309-2002] | 0,3 |
| Змиви з поверхні шкіри | 0,002 | - | 0,002/- [на затвердженні] [12] | - | 0,001 | - |
| Нашивки на спецодезі | 0,002 | - | 0,002/- [на затвердженні] [12] | - | 0,001 | - |

Примітки: 1. МКВ – межа кількісного визначення; 2. МВ – межа виявлення; 3. ГДК – гранично допустима концентрація; 4. ОБРВ – орієнтовно безпечний рівень впливу; 5. ОДК – орієнтовно допустима концентрація; 5. «-» - величину не встановлено. Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакету статистичних програми IBM SPSS Statistics Base v.22 та MS Excel. При статистичному аналізі отриманих даних використано описативну статистику.

Результати дослідження та їх обговорення. Враховуючи, що на момент дослідження не було встановлено гігієнічні нормативи оксатіапіпроліну у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі, нами було проведено обґрунтування величин орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) оксатіапіпроліну по рівняннях, запропонованим для пестицидів, що не

відносяться до фосфор-, хлорорганічних сполук, карбаматів, тіо- і дитіокарбаматів (рівняння 1-4). Ці рівняння ґрунтуються на розрахунку ОБРВ за величиною середньо смертельної дози (ЛД₅₀) при введенні в шлунок (X₁), ЛД₅₀ при нанесенні на шкіру (X₂) і коефіцієнту кумуляції (X₃) (табл. 4).

Таблиця 4

Величини орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) оксатіапіпроліну в повітрі робочої зони

| № з/п | Рівняння | Величини ОБРВ, мг/м ³ |
|---------------------|--|----------------------------------|
| 1 | $y = \exp(0,58 \ln x_1 - 4,51)$ | 1,5 |
| 2 | $y = \exp(0,47 \ln x_1 + 0,11 \ln x_2 - 4,66)$ | 1,3 |
| 3 | $y = \exp(0,52 \ln x_1 + 0,1 x_3 - 4,91)$ | 1,0 |
| 4 | $y = \exp(0,46 \ln x_1 + 0,06 \ln x_2 + 0,1 x_3 - 4,87)$ | 1,0 |
| Середнє арифметичне | | 1,20 |
| Середнє геометричне | | 1,18 |
| Середнє гармонійне | | 1,16 |

Примітки: 1. y – ОБРВ, мг/м³; 2. x_1 – ЛД₅₀, мг/кг при введенні в шлунок щурів; 3. x_2 – ЛД₅₀, мг/кг при нанесенні на шкіру; 4. x_3 – коефіцієнт кумуляції; 5. \exp – експонента 6. Lim_{ch} , мг/м³ – розраховують за формулою $0,62 \lg \text{ЛК}_{50} (\text{мг/м}^3) - 1,08$.

З отриманих результатів випливає, що величини ОБРВ оксатіапіпроліну, розраховані за всіма рівняннями, коливаються від 1,0 мг/м³ до 1,5 мг/м³. Середнє арифметичне значення ОБРВ оксатіапіпроліну становить 1,18 мг/м³, середнє геометричне – 1,20 мг/м³ і середнє гармонійне – 1,19 мг/м³.

З огляду на наявні відомості про токсичність оксатіапіпроліну (3 клас небезпеки за інгаляційною токсичністю, 4 клас небезпеки за пероральною і дермальною токсичністю, алергенні властивості, ДДД – 0,1 мг/кг) і віддалених ефектів дії речовини (4 клас небезпеки за мутагенною і тератогенною активністю, 3 клас за канцерогенністю, репродуктивною токсичністю та ембріотоксичністю), обґрунтована величина ОБРВ оксатіапіпроліну в повітрі робочої зони на рівні 1,0 мг/м³.

Розрахунки ОБРВ флуфенацету та оксатіапіпроліну в атмосферному повітрі проводили за рівняннями, в основу яких покладений зв'язок між гранично допустимими концентраціями (ГДК) хімічних речовин для атмосферного повітря та параметрами гострої інгаляційної та пероральної токсичності (ЛК₅₀, ЛД₅₀) (рівняння 5-10), а також норматив в повітрі робочої зони (рівняння 11-13), та молекулярну масу (рівняння 14). В таблиці 5 наведені розраховані нами величини ОБРВ досліджуваних діючих речовин в атмосферному повітрі.

З отриманих результатів розрахунків (табл. 5) випливає, що величини ОБРВ оксатіапіпроліну, розраховані за всіма рівняннями, коливаються від 0,0009

до 0,354 мг/м³. Ці крайні значення були нижче ОБРВ в повітрі робочої зони відповідно до 1111,1 і 2,8 рази, що виходить за межі міжсередовищного градієнту в 10-100 разів відповідно до МВ 2.2.6-111-2004 [10]. Також за межі міжсередовищного градієнту в 10-100 разів виходить співвідношення між ОБРВ в повітрі робочої зони (1,0 мг/м³) і розрахованими за формулами (4.11) і (4.8) значеннями (0,003 і 0,120 мг/м³), що становить 333,3 і 8,3 рази, відповідно. При виключенні цих значень величини ОБРВ коливаються в діапазоні від 0,012 до 0,05 мг/м³. Середнє арифметичне з цих 6 величин ОБРВ становить 0,023 мг/м³.

З огляду на наявні відомості про токсичність і віддалених ефектів дії речовини (3 клас небезпеки за інгаляційною токсичністю, 4 класу небезпеки за пероральною, дермальною токсичністю, алергенні властивості, 4 клас небезпеки за мутагенною і тератогенною активністю, 3 клас за канцерогенністю, репродуктивною токсичністю та ембріотоксичністю), ДДД – 0,1 мг/кг, комплексний підхід до гігієнічного нормування пестицидів в атмосферному повітрі, воді водойм і харчових продуктах, вважаємо за доцільне при обґрунтуванні ОБРВ оксатіапіпроліну в атмосферному повітрі виходити з середнього значення (0,023 мг/м³) і обґрунтована в якості ОБРВ оксатіапіпроліну в атмосферному повітрі величина на рівні 0,02 мг/м³. При цьому значення міжсередовищного градієнту складе 41,6, що відповідає вимогам МВ 2.2.6-111-2004 [10].

Таблиця 5

Величини орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) оксатіапіпроліну в атмосферному повітрі

| № з/п | Рівняння | ОБРВ, мг/м ³ |
|-------|--|-------------------------|
| 1 | $\lg \text{ОБРВ} = 0,58 \lg \text{ЛК}_{50} - 1,6$ | 0,017 |
| 2 | $\lg \text{ОБРВ} = -6,0 + 1,5 \lg \text{ЛД}_{50} (\text{per os})$ | 0,354 |
| 3 | $\lg \text{ОБРВ} = 0,93 \lg \text{ЛД}_{50} (\text{per os}) - 4,36$ | 0,120 |
| 4 | $\lg \text{ОБРВ} = -1,74 + 0,625 \log \text{ЛД}_{50} (\text{г/кг})$ | 0,050 |
| 5 | $\lg \text{ОБРВ} = -1,88 + 0,02 \text{ЛК}_{50}$ | 0,012 |
| 6 | $\lg \text{ОБРВ} = -0,7 + 1,7 \lg \text{ЛК}_{50} - 0,8 \lg \text{ЛД}_{50}$ | 0,003 |
| 7 | $\lg \text{ОБРВ} = -1,77 + 0,62 \lg \text{ГДКр.з.}$ | 0,017 |
| 8 | $\text{ОБРВ} = [0,110 + 0,0654\sqrt{\text{ГДКр.з.}}]^2$ | 0,031 |
| 9 | $\lg \text{ОБРВ} = -1,99 + 0,1 \text{ГДКр.з.}$ | 0,013 |
| 10 | $\lg \text{ОБРВ} = -8,0 \lg \text{М.м.} + 14,75 + \text{К}$ | 0,0009 |

Примітки: 1. ЛК₅₀ – середня смертельна концентрація, мг/л; 2. ЛД₅₀ (per os) – середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг; 3. ГДКр.з. – гранично допустима концентрація в повітрі робочої зони, мг/м³; 4. М.м. – молекулярна маса; 5. К – коефіцієнт К = 3,0 (М.м. >265).

Виходячи з того, що добовий повітрообмін людини 12 м^3 , ОБРВ оксатіапіпроліну в атмосферному повітрі становить $0,02 \text{ мг/м}^3$, а коефіцієнт орально-інгаляційної токсичності – 1, розрахована величина можливого надходження оксатіапіпроліну з атмосферним повітрям склала $0,24 \text{ мг/добу}$. Отримана величина можливого надходження з атмосферним повітрям оксатіапіпроліну складає 40 % від допустимого добового надходження до організму людини ($0,6 \text{ мг}$). Проте, ми вважаємо, що реальна загроза надходження речовини в атмосферне повітря відсутня, оскільки вони застосовуються з низькими нормами витрат та є практично не леткою (леткість оксатіапіпроліну – $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ мг/м}^3$).

На наступному етапі нами були проведені натурні дослідження умов праці працівників при різних способах застосування фунгіцидів на основі оксатіапіпроліну. Результати проведених натурних досліджень з гігієнічної оцінки забруднення повітряного середовища (повітря робочої зони та атмосферне повітря) показали, що застосування препаратів Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН для обробки сільськогосподарських культур не супроводжувалось надходженням його д.р. в повітря робочої зони працівників задіяних при приготуванні робочого розчину та при проведенні обробок культур (табл. 6).

При застосуванні препарату Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН відмічено, що не відбувалося забруднення д.р. повітря робочої зони та атмосферного повітря, показники не перевищували затверджених для фамоксадону і фолпету гігієнічних нормативів (табл. 3), а також обґрунтованих нами величин ОБРВ оксатіапіпроліну (ОБРВ в атмосферному повітрі – $0,02 \text{ мг/м}^3$, ОБРВ в повітрі робочої зони – $1,0 \text{ мг/м}^3$).

Результати дослідження вмісту фамоксадону, фолпету і оксатіапіпроліну в змивах з відкритих ділянок шкіри та нашивках зі спецодягу працівників після застосування препаратів Зорвек Інкантія, СЕ,

Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН показали, що фамоксадон, фолпет і оксатіапіпролін не виявлено в змивах з відкритих ділянок шкіри та шкіри під спецодягом працівників.

Однак, відзначено забруднення фамоксадонем і оксатіапіпроліном засобів індивідуального захисту (рукавичок) заправника на рівні $0,016 \text{ мг}$ і $0,006 \text{ мг}$, відповідно, при застосуванні препарату Зорвек Інкантія, СЕ.

Таблиця 6

Вміст досліджуваних пестицидів в повітрі робочої зони, на відкритих ділянках шкіри та спецодязі працівників

| Об'єкт дослідження | Зорбек Інкантія, СЕ | | Зорбек Вінабрія, КС | Лумісена, ТН |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| | фамоксадон | оксатіапіпролін | | |
| Повітря робочої зони, мг/м ³ : - заправника - оператора вивантажувального шнеку - оператора сіялки - тракториста | < 0,006* | н.в. | <0,25 | н.в. |
| | - | - | - | н.в. |
| | - | - | - | н.в. |
| | < 0,006* | п.в. | <0,25 | п.в. |
| Повітря - в зоні обробки через: 1 годину 3 доби 7 діб | < 0,006* | н.в. | <0,25 | н.в. |
| | < 0,006* | н.в. | <0,25 | н.в. |
| | < 0,006* | н.в. | <0,25 | н.в. |
| Повітря на відстані 50, 300, 500 м (з підвітряного боку) через: 1 годину 3 доби 7 діб | < 0,006* | н.в. | <0,0008 | н.в. |
| | < 0,006* | н.в. | <0,0008 | н.в. |
| | < 0,006* | н.в. | <0,0008 | н.в. |

Примітки:

- * – нижче межі кількісного визначення методу;
- «<» – дослідження не проводили;
- н.в. – не виявлено (нижче межі виявлення);
- Площа поверхні, дм²: обличчя – 6,5, шия – 2,6, кисті рук – 8,2, груди – 35,5, передпліччя – 12,1, стегна – 38,2, гомілки – 23,8.

При застосуванні фунгіциду Зорвек Вінабрія, КС на рукавичках заправника виявлено оксатіапіпролін в кількості 0,0027 мг та фолпет – 0,023 мг. Після застосування препарату Лумісена, ТН не виявлено забруднення поверхні рукавичок. Отримані дані, свідчать про те, що використання засобів індивідуального захисту надійно захищає працівників від впливу препарату.

На основі отриманих даних нами була проведена комплексна оцінка ризику можливого впливу д.р. на працівників при їх інгаляційному та перкутанному надходженні. При всіх досліджуваних способах застосування препаратів Зорвек Інкантія, СЕ, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН для обробки культур величини ризику комплексного впливу на працівників були в межах допустимого (менше 1). Величини ризику при комбінованому надходженні також не перевищували допустиму величину. Отримані результати корелюють з даними отриманими при оцінці комбінованого ризику при застосуванні інших комбінованих препаратів [13, 14].

На наступному етапі нами проведено натурні дослідження з вивчення поведінки досліджуваних д.р. в ґрунті. Враховуючи особливості застосування препарату Лумісена, ТН (передпосівна обробка насіння) дослідження з визначення вмісту оксатіапіпроліну в ґрунті не проводили.

Дані, представлені на рис. 1, свідчать, що у ґрунті вже через 1 годину після проведення обробок препаратами Зорвек Інкантія, СЕ та Зорвек Вінабрія, КС і в наступні терміни спостережень вміст оксатіапіпроліну не перевищував межі кількісного визначення методу і фамоксадону не перевищував встановлені для цієї речовини гігієнічний норматив (ОДК у ґрунті фамоксадону – 0,3 мг/кг).

Після застосування препарату Зорвек Вінабрія, КС вміст у ґрунті фолпету через 1 годину та через 3 доби після обробки перевищував гігієнічний норматив (ОДК у ґрунті – 0,3 мг/кг). При цьому в повітрі над обробленою ділянкою через 1 годину та через 3 доби після обприскування концентрації фолпету не перевищували гігієнічний норматив. Враховуючи вміст фолпету у ґрунті через 3 доби після обробки, величину ГДК ґрунтового пилу в повітрі робочої зони (6 мг/м³) і передбачуване її перевищення в 10 разів, була розрахована концентрації фолпету, сорбована на пилових частках. Через 3 доби розрахована концентрація фолпету складе 0,000039 мг/м³ і не буде перевищувати ОБРВ в повітрі робочої зони (0,5 мг/м³) та атмосферному повітрі (0,001 мг/м³). Через 7 діб після обробки та в подальші строки дослідження вміст фолпету не перевищував ОДК у ґрунті (0,3 мг/кг). Отримані результати свідчать про відсутність небезпеки забруднення д.р. об'єктів довкілля.

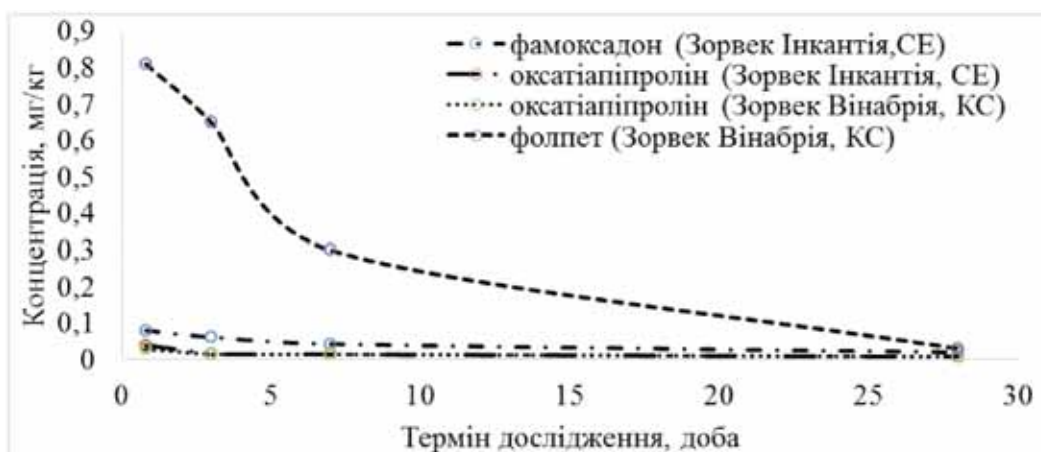


Рис. 1. Динаміка вмісту діючих речовин препаратів Зорвек Інкантія, СЕ та Зорвек Вінабрія, КС в ґрунті

Був проведений математичний аналіз отриманих даних щодо динаміки вмісту пестицидів за експоненційною моделлю, у відповідності до якої процесам розкладання ксенобіотиків у різних природних об'єктах приписується кінетика хімічної реакції першого порядку (табл. 7).

Розраховані параметри стійкості досліджуваних фунгіцидів в ґрунті в ґрунтово-кліматичних умовах України показали, що існують відмінності між значеннями T_{50} в ґрунтово-кліматичних умовах Європи, проте істотно відрізняються максимальні значення [7]. Така відмінність зумовлена особливостями типів ґрунтів: в Україні на більшості території – чорноземи та дерново-підзолисті ґрунти, за даними літератури – ґрунти від піщаних кислих до гірських [7].

Таблиця 7

Швидкість руйнації досліджуваних діючих речовин у ґрунті ($M \pm m$)

| Діюча речовина | Показники швидкості руйнації у ґрунті | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | K^1 , діб ⁻¹ | T_{50}^1 , діб | T_{95}^1 , діб | T_{99}^1 , діб | T_{50}^2 , діб |
| фамоксадон | 0,047±0,004 | 14,9±1,1 | 64,7±4,8 | 99,3±7,4 | 20,0 |
| оксатіапіпролін | 0,044±0,002 | 15,8±0,8 | 68,5±3,4 | 105,0±5,3 | 71,3 (31,5-138,5) |
| фолпет | 0,120±0,004 | 5,7±0,2 | 24,9±0,9 | 38,4±1,3 | 3,0 |

Примітки: 1. ¹ – результати власних досліджень; 2. ² – дані досліджень в країнах ЄС (IUPAC) [7]; 3. M – середнє значення; 4. m – похибка середнього арифметичного.

Аналіз результатів математичного моделювання поведінки досліджуваних фунгіцидів у ґрунті (табл. 5) показав, що фолпет за стійкістю в ґрунті у ґрунтово-кліматичних умовах України є малонебезпечним (4 клас небезпечності) згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів [15], оксатіапіпролін і фамоксадон – помірно небезпечними сполуками (3 клас небезпечності).

Враховуючи викладене, при обґрунтуванні гігієнічного нормативу нової сполуки оксатіапіпроліну у ґрунті ми обмежились розрахунковим нормативом. Згідно з існуючими методичними підходами, при обґрунтуванні ОДК оксатіапіпроліну у ґрунті виходили з найменшої величини МДР оксатіапіпроліну в сільськогосподарських культурах – 0,01 мг/кг:

$$\text{ОДК} = 1,23 + 0,48 \cdot \lg 0,01 = 0,27 \text{ мг/кг.}$$

Таким чином, в результаті проведених розрахунків обґрунтована величина ОДК оксатіапіпроліну у ґрунті на рівні 0,3 мг/кг.

Висновки

1. Обґрунтовані величини орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) оксатіапіпроліну в повітрі робочої зони на рівні 1,0 мг/м³, атмосферному повітрі – 0,02 мг/м³, виходячи з регресійних залежностей гігієнічного нормативу від параметрів токсикометрії, фізико-хімічних властивостей та гігієнічного нормативу в повітрі.

2. Встановлено, що застосування препаратів Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН з використанням акредитованої сільськогосподарської техніки, не супроводжується надходженням фамоксадону, оксатіапіпроліну і фолпету в повітря робочої зони в кількостях, що перевищують встановлені гігієнічні нормативи.

3. Доведено, що сумарний потенційний ризик шкідливого впливу фамоксадону, оксатіапіпроліну і фолпету на організм працівників при комплексному надходженні через дихальні шляхи та шкіру не перевищує 1. Комбінований ризик також знаходиться в межах допустимого.

4. Обґрунтовані строки безпечного виходу працівників на оброблені ділянки препаратами Зорвек Інкантія, СЕ і Зорвек Вінабрія, КС для проведення механізованих робіт – 3 доби, ручних робіт – 7 діб, після використання препарату Лумісена, ТН – не потребує.

5. Доведено, що за стійкістю у ґрунті фамоксадон і оксатіапіпролін можуть бути віднесені до 3 класу небезпечності, фолпет – 4 класу небезпечності згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 [15]. Обґрунтована величина орієнтовно допустимої концентрації оксатіапіпроліну у ґрунті на рівні 0,3 мг/кг.

6. Доведено, що застосування препаратів на основі нової речовини оксатіапіпроліну Зорвек Інкантія, СЕ, Зорвек Вінабрія, КС та Лумісена, ТН для захисту сільськогосподарських культур в умовах агропромислових комплексів не становить небезпеки для працюючих та об'єктів довкілля, при використанні традиційних технічних засобів та дотриманні встановлених агротехнічних і гігієнічних регламентів.

Література

1. Талаш А.И., Евдокимов А.Б., Беспалов А.Л. Выбор адаптивно-интегрированной системы защиты виноградников от вредителей и болезней на современном этапе // Виноделие и виноградарство. 2013. № 5. С. 16-17.

2. Санин С.С. Стратегия современной защиты растений при интенсивном зернопроизводстве // Вестник аграрной науки. 2017. № 3 (66). С. 35-39.

3. Мартиненко В.І. Ефективність комбінованих фунгіцидів проти фітофторозу картоплі / В. І. Мартиненко, Ю. В. Харченко. - Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2013. №10. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series «Phytopathology and Entomology». 2013. №10. С. 124-124.

4. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. МЗ СССР. №4263-87: [Утв. 13.03.87]. К., 1988. 212 с.

5. 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.

6. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: Методические указания. МЗ ССР. – № 2051-79: [Утв. 21.08.79]. – М., 1980. – 46 с.

7. The PPDB A to Z List of Pesticide Active Ingredients [Електронний ресурс]: PPDB: Pesticide Properties University of Hertfordshire. Режим доступу: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>. Назва з екрану.

8. Методические рекомендации по обоснованию ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) пестицидов в воздухе рабочей зоны при их применении в сельском хозяйстве: МР № 2302-81. Киев: МЗ СССР, 1984. 14 с.

9. Методическими указаниями по применению расчетного метода обоснования ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: МУ № 1599-77. МЗ СССР, 1977. 15 с.

10. Обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: МБК 2.2.6-111-2004. Київ: МОЗ України, 2004. 33 с

11. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве: МР № 2609–82. М., 1982. 57 с.

12. Novohatska O.O., Milohov D.S., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Antonenko A.M. Analytical support of hygienic control of oxathiapiprolin residual amounts in environmental objects and potatoes // Medical and Clinical Chemistry, 2017. No 3. P. 5-10.

13. Вавріневич О.П. Гігієнічна оцінка потенційного комбінованого ризику небезпечного впливу сумішевих фунгіцидів для працюючих // Український журнал з проблем медицини праці. 2015. № 1(42). С. 58-66.

14. Руда Т.В., Коршун М.М., Гаркавий С.І. Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні стробілуринових фунгіцидів на посівах олійних культур // Світ медицини та біології. 2017. № 2 (60). С. 103 – 110.

15. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.002-98. – [Затв. 28.08.98]. – К. : М-во охорони здоров'я України, 1998. – 20 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА К ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ И РЕГЛАМЕНТАЦИИ ФУНГИЦИДОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ КЛАССА ПИПЕРИДИНА ТИАЗОЛА ИЗОКСАЗОЛИНИВ - ОКСАТИАПИПРОЛИНУ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ УКРАИНЫ

А.А.Новохацька, А.П.Вавриневич, С.Т.Омельчук, В.Г.Бардов, В.Д.Алексийчук

Резюме. Среди химических средств защиты растений ведущее место занимает применение фунгицидов. Применение пестицидов может представлять опасность для здоровья населения, профессиональных контингентов и объектов окружающей среды. Для предупреждения негативного влияния на человека и объекты окружающей среды предлагаются новые пестицидных препаратов на основе действующих веществ новых химических классов, к которым относится оксатиапипролин. Исходя из вышеизложенного, целью работы была гигиеническая оценка и регламентация фунгицидов Зорвек Инкантия, СЕ, Зорвек Винабрия, КС и Лумисена, ТН на основе соединения класса пиперидина тиазола изоксазолинив - оксатиапипролину в агропромышленном комплексе Украины. Материалы и методы исследований. В работе использованы метод натурного эксперимента, математического моделирования и статистические методы. Определение действующих веществ в различных матрицах осуществляли методом высокоэффективной жидкостной и газожидкостной хроматографии. Результаты и их обсуждение. Обоснованные гигиенические нормативы оксатиапипролину в воздухе рабочей зоны на уровне 1,0 мг / м³, атмосферном воздухе - 0,02 мг / м³, почве - 0,3 мг / кг. Применение фунгицидов на основе оксатиапипролину не сопровождается поступлением действующих веществ в воздух рабочей зоны и атмосферный воздух. Профессиональный риск при комплексном и комбинированном поступлении не превышает допустимую величину (менее 1). Период напівруйнації оксатиапипролину в почве составил 15,8 ± 0,8, Фамоксадон - 14,9 ± 1,1, фолпет - 5,7 ± 0,2 суток. Вывод. Доказано, что применение препаратов на основе нового вещества оксатиапипролину для защиты сельскохозяйственных культур в условиях агропромышленных комплексов

не представляет опасности для работающих и объектов окружающей среды, при использовании традиционных технических средств и соблюдении установленных агротехнических и гигиенических регламентов.

Ключевые слова: фунгициды, ориентировочно безопасные уровни воздействия, условия труда, профессиональный риск, гигиеническая регламентация.

HYGIENIC ASSESSMENT AND REGULATION PECULIARITIES OF FUNGICIDE BASED ON THE PIPERIDINYL THIAZOLE ISOXAZOLINE COMPOUND – OXATHIPIPROLIN IN UKRAINIAN AGROINDUSTRIAL COMPLEX

O.O. Novohatska, O.P. Vavrinevych, S.T. Omelchuk, V.G. Bardov, V.D. Aleksiiichuk

Summary. *Among the chemical plant protection products, the leading position is occupied by fungicides. Pesticides application can be hazardous to the population health, professional contingents and environmental objects. To prevent adverse effects on humans and objects of the environment, new pesticide preparations based on active substances of new chemical classes, which include oxathiapiprolin are proposed.*

Based on the above, the purpose of the work was hygienic evaluation and regulation of fungicides on the basis of the piperidinyl thiazole isoxazoline class compound – oxathiapiprolin application in the agro industrial complex of Ukraine.

Materials and methods of research. In this work, the method of field experiment, mathematical modeling and statistical methods were used. Determination of active substances in different matrices was carried out by the method of high-performance liquid and gas-liquid chromatography.

Results and discussion. Hygienic norms of oxathiapiropoline were justified: in the air of the working zone at the level of $1,0 \text{ mg/m}^3$, atmospheric air – $0,02 \text{ mg/m}^3$, soil – $0,3 \text{ mg/kg}$. Application of fungicides on the basis of oxathiopyroline is not accompanied by the introduction of active substance into the air of the working zone and atmospheric air. Professional risk with integrated and combined admission does not exceed the permissible value (less than 1). The half-life of oxathiapiropoline in the soil is $15,8 \pm 0,8$ days, famoxadone was $14,9 \pm 1,1$ days, and the folpet was $5,7 \pm 0,2$ days.

Conclusion. It was proved that the application of formulations based on the new substance oxathiapiproline for agricultural crops protection in agro-industrial complexes does not pose a hazard to workers and environmental objects, using traditional technical means and observing established agrotechnical and hygienic regulations.

Keywords: *fungicides, tentatively safe exposure levels, labour conditions, occupational risk, hygienic regulation.*

УДК 614.876(622+669)

ПИТАННЯ ПРОТИРАДОНОВОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В РЕГІОНІ АКТИВНОГО ВИДОБУТКУ І ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Л.О.Іщенко

ДУ «Український НДІ промислової медицини», м. Кривий Ріг, Україна

Резюме. *Інтенсивний розвиток гірничодобувної промисловості в Кривбасі, наявність шахтних виробок і кар'єрів, особливий характер забудови житлових селищ зумовлюють актуальність проблеми радону в повітрі житлових приміщень і необхідність розробки алгоритму протирадонового захисту.*

Метою роботи було розробити алгоритм системи заходів протирадонового захисту населення регіону активного видобутку і переробки залізної руди з урахуванням особливостей формування рівнів радону в повітрі будівель, розташованих у селітебних зонах.

Методи. *В ході розробки алгоритму системи використані раніше отримані нами результати досліджень: показники та аналіз рівнів об'ємної та еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону в повітрі будівель та оцінка величин ефективної дози опромінення населення м. Кривого Рогу.*

Результати дослідження. *З'ясовано, що основними шляхами надходження радону та його дочірніх продуктів розпаду в залізорудному є техногенно-підсилені джерела природного походження, які утворилися внаслідок діяльності гірничодобувних підприємств та комбінатів.*

Розроблено алгоритм системи заходів протирадонового захисту населення в регіоні. Впровадження окремих профілактичних заходів достатньо ефективно, і може знизити радонову небезпеку для населення від 15% до 90%.

Ключові слова: *радон, проти радоновий захист населення.*

Актуальність. *Серед проблем довкілля, які постійно турбують громадськість та викликають багато питань, важливе місце займає питання про дію іонізуючого випромінювання на людину та довкілля. Особливо гостро це питання стоїть в промислових регіонах, де проявляють свою дію штучні, природні і техногенно-підсилені джерела іонізуючого випромінювання природного походження.*