УДК 615.9+613.6+632.95+616.037:001.5

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ ІНГАЛЯЦІЙНОЇ ТА НАШКІРНОЇ ЕКСПОЗИЦІЇ ПЕСТИЦИДАМИ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Яструб Т. О.**ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ**

Розглянуті найпоширеніші в Європейському Союзі експозиційні моделі оцінювання ризику пестицидів на працюючих. Проведений аналіз моделей та власні дослідження дозволили визначити основні відмінності в оцінюванні інгаляційної та нашкірної експозиції пестицидами за різних технологій їхнього застосування.

Ключові слова: пестициди, моделі оцінювання ризику, аналіз, практичне застосування

Вступ

Щорічно на ринку засобів захисту рослин відмічається тенденція до збільшення кількості та асортименту пестицидів. Так, протягом 2000–2010 рр. в Україні пройшли реєстрацію (перереєстрацію) 3316 пестицидів та агрохімікатів як вітчизняного, так і іноземного виробництва [1]. У зв'язку із цим проблеми охорони природного навколишнього середовища та хімічної безпеки людини як працівника з пестицидами, так і споживача сільськогосподарської продукції, що була вирощена із застосуванням хімічних засобів захисту рослин, не втрачає своєї актуальності.

Офіційними документами, що регламентують безпечність пестицидів на етапі їхнього післяреєстраційного застосування є «Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні», ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-00-2001, ДСП 8.8.1.2.001-98 [1–3].

На сьогодні розроблений цілий ряд підходів та методів оцінювання безпечності пестицидів для здоров'я людини та навколишнього середовища, які включають біологічну, токсиколого-гігієнічну та екологічну оцінку. Кінцевим результатом такої комплексної характеристики пестицидного препарату є державна реєстрація, яка надає дозвіл на його використання в господарській діяльності.

Токсикологічна оцінка як один із напрямів комплексного дослідження потенційної небезпеки пестициду складається із двох основних етапів. Перш за все, це аналіз матеріалів та експертна оцінка досьє фірми-виробника препаративної форми та діючої речовини з обґрунтуванням недіючих рівнів доз і концентрацій, які є підґрунтям для гігієнічного

нормування пестициду в об'єктах виробничого та навколишнього середовища.

Наступним етапом є гігієнічна регламентація застосування препарату за призначенням з оцінюванням ступеня ризику комплексного (інгаляційного та нашкірного) впливу на працюючих.

З огляду на збільшення асортименту хімічних речовин сільськогосподарського призначення актуальним завданням є необхідність створення прогресивних, не трудомістких і, головне, високо надійних у прогностичному відношенні методів гігієнічного оцінювання умов праці та потенційних ризиків здоров'ю працюючих, які можуть бути пов'язані із застосуванням пестицидів за призначенням.

Законодавчими актами Європейського Союзу (ЄС), інших цивілізованих країн передбачено оцінювання ризику як інструменту моніторингу інгаляційних та дермальних експозицій, яких зазнає оператор при роботах із пестицидами, та прийняття оптимальних управлінських рішень у разі перевищення допустимого рівня впливу *Acceptable Operator Exposure Level (AOEL)* [4, 5].

Для прогнозування рівнів експозиції на етапах змішування/заправки (приготування робочих розчинів пестицидів) та обприскування рослин використовують офіційно визнані та перевірені на практиці прогностичні експозиційні моделі. Це англійська модель *POEM – UK Predictive Operator Exposure Model* (Martin, 1990), що була ревізована та поновлена в 2003 р.; німецька модель *BBA – Biologische Bundesanstalt für Land – und Forstwirtschaft* (Lundehn, 1992); датська модель *Agricultural pesticide databases for risk assessment* (van Hemmen, 1992) та ін. [6–9]. Ці моделі містять

експериментальні дані, отримані протягом значного періоду досліджень різних сценаріїв застосування пестицидів, включаючи найгірший випадок («worst case»).

З метою включення більш широкого спектра сценаріїв застосування пестицидів, окрім зазначених у даних моделях, була створена європейська прогностична модель *European Predictive Operator Exposure Model (EUROPOEM)*, яка включає також дані щодо застосування пестицидів у Південній Європі [10–13].

Алгоритм розрахунків рівнів експозиції за базою даних — *Pesticides Handlers Exposure Database (PHED)* використовують у Північній Америці [14, 15]. Об'єднання баз даних *PHED* та *EUROPOEM* сприяло створенню нової Північно Американської моделі *Applicator and Handlers Exposure Database (AHED)*.

В Україні при оцінюванні ризику потенційного впливу пестицидів на працюючих використовують кілька моделей. Це модифікація зазначеної вище моделі ВВА, алгоритм якої був запропонований ДУ «Інститут медицини праці АМН України»; російська модель оцінки ризику, розроблена у ФНЦГ імені Ф. Ф. Ерісмана; методичні рекомендації, розроблені авторським колективом Інституту екології та токсикології імені Л. І. Медведя [16–18].

Спільним принципом цих методичних прийомів є визначення максимально можливого вмісту пестициду в повітрі робочої зони та на поверхні шкіри працюючих, який вираховується за принципом агравації (на робочу зміну та максимальну норму площі обробки в залежності від типу обприскувача) та порівняння величини експозиції з допустимим рівнем або гігієнічним нормативом. Ризик вважається прийнятним, якщо відношення інгаляційного та наскірного впливу до допустимого ≤ 1 . Отже, головними частинами кожної моделі є визначення сукупності інгаляційної та наскірної дози (експозиційна складова) і допустимої дози (токсикологічна складова).

На шляху до гармонізації з міжнародними принципами, критеріями та методами оцінювання ризику необхідно піддати порівняльному аналізу основні типи моделей, рекомендованих європейськими керівними документами.

Мета роботи — встановлення розбіжностей та тотожностей у визначенні експозиційних рівнів за двома алгоритмами моделей *POEM* і *BBA* та проведення кількісної оцінки експозиції на прикладі

пестицидних препаратів, що проходили державні випробування в Україні.

Щоб досягти мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- дати характеристику основних положень алгоритму розрахунку інгаляційної та дермальної експозиції за моделями *POEM* та *BBA*;
- з'ясувати внесок інгаляційної та наскірної дози в загальну експозиційну складову;
- виявити причини основних розбіжностей в алгоритмах розрахунку експозиційних рівнів;
- на прикладі пестицидних препаратів, що проходили державні випробування в Україні, провести кількісну оцінку експозиції за двома алгоритмами.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження були інгаляційні та наскірні експозиційні дози пестицидів, які розраховували за алгоритмами *POEM* та *BBA*. Кількісну оцінку експозиції проводили на прикладі пестицидних препаратів «Драгун, к.е.» (діюча речовина хлорпірифос, 480 г/л) та «Аспект WP, з.п.» (діюча речовина манкоцеб, 800 г/кг) виробництва фірми «Нанжінг № 1 Пестисайд Факторі оф Ред Сан Груп Ко. Лтд.» (заявник — ТОВ «Клов», ТОВ «Грін Експрес») на етапі державних випробувань в умовах агропромислового комплексу.

Гігієнічну оцінку умов праці при застосуванні пестицидів проводили відповідно до методичних вказівок [19].

Визначення концентрації хлорпірифосу та манкоцебу в повітрі робочої зони визначали на робочому місці заправника та тракториста-оператора в кабіні трактора відповідно до методичних вказівок [20,21]. Межа кількісного визначення хлорпірифосу в повітрі робочої зони методом газорідної хроматографії (ГРХ) — 0,0125 мг/м³; манкоцебу методом парофазної ГРХ — 0,005 мг/м³.

Аналіз забруднення поверхні тіла та робочого одягу здійснювали за результатами визначення діючих речовин пестицидів у пробах змивів із поверхні незахищених ділянок шкіри (ділянки обличчя та кистей рук) та «нашивок», які закріплювали на робочому одязі працюючих. Мінімальна детектована кількість хлорпірифосу та манкоцебу в змивах із поверхні шкіри та нашивках на спецодязі — 5 мкг.

Вміст діючих речовин препаратів в об'єктах виробничого середовища визначали співробітники

лабораторії аналітичної хімії та моніторингу токсичних речовин ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» (керівник — канд. біол. наук Демченко В. Ф.).

Результати дослідження та їх обговорення

Як зазначалось, експозиційна складова за алгоритмом *РОЕМ* визначається за результатами досліджень забруднення виробничого середовища, які отримані протягом значного періоду спостережень, включаючи так званий «найгірший випадок». Різні сценарії застосування пестициду враховують наступні положення:

- етап виробничого процесу: змішування/заправка та обприскування;
- метод обробки: штанговий (ШО), вентиляторний (ВО), ручний (РО) та вид обприскувача: причіпні або навісні обприскувачі з гідравлічними, обертовими та пневмогідравлічними розпилювачами, ранцеві обприскувачі;
- тип формуляції: рідкі препаративні форми (водні розчини та форми, що містять органічні розчинники); тверді препаративні форми (водорозчинні гранули та порошки, що змочуються);
- ємність контейнера (для рідких форм) та ширина виливного отвору;
- норма витрати препарату та робочої рідини;
- концентрація діючої речовини (д. р.) у препараті;

— наявність чи відсутність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);

— відсоток абсорбції д. р. крізь шкіру.

Вихідні незмінні показники, які використовуються в алгоритмі *РОЕМ* для розрахунку сумарної (інгалаційної та дермальної) експозиції на етапах змішування/заправки та обприскування, наведені в таблицях 1–3.

Для рідких формуляцій пестицидів на етапі змішування/заправки вираховується лише дермальна експозиція, причому важливим інформативним показником тут виступає ємність контейнера та діаметр його горловини (табл. 1).

Як видно з наведених у таблиці 1 даних найбільші рівні забруднення шкіри рук оператора спостерігаються при змішуванні/заправці робочих розчинів пестицидів, що упаковані в тару об'ємом від 5,0 до 20,0 л та діаметром горловини < 45 мм.

Для твердих формуляцій пестицидів (табл. 2) рівні інгалаційних та дермальних експозицій розраховані на максимальну норму витрати робочого розчину за 6-годинну робочу зміну при нормі площі: для штангового методу обробки польових (низьких) культур — 50 га; для вентиляторного методу обробки садових культур — 15 га; для ручних обробок у тепличних господарствах та на присадибних ділянках — 1 га або 400 л робочої рідини.

При ручних обробках інгалаційна експозиція становить 0,0628 мг/кг д. р. для водорозчинних

Таблиця 1

Рівні забруднення шкіри рук на етапі змішування/заправки рідких формуляцій пестицидів

Ємність тари, л	Рівні забруднення, мл формуляції/операцію
<i>Діаметр горловини < 45 мм</i>	
1,0–2,0	0,01
5,0	0,2
10,0	0,5
20,0	0,5
<i>Діаметр горловини від 45 мм до 63 мм та більше</i>	
1,0–2,0	0,01
5,0	0,01
10,0	0,10
10,0 (> 63 мм)	0,05
20,0 (> 63 мм)	0,05

Таблиця 2

Дермальні та інгалаційні експозиції на етапі змішування/заправки твердих формуляцій пестицидів

Експозиція, мг/кг д. р.	Водні гранули, в. р.		Порошки, що змочуються, з. п.	
	Механічні обприскувачі	Ручні обприскувачі	Механічні обприскувачі	Ручні обприскувачі
Інгалаційна	0,0358 [13, 14]	0,0628 [11]	0,21 [15]	1,534 [11]
Дермальна	5,72 [11]	174,4 [11]	13,6 [11]	171,4 [11]

Таблиця 3

Дермальні та інгалаційні експозиції на етапі обприскування рослин різними формуляціями пестицидів

Метод обробки, обприскувач	Дермальна експозиція			Інгаляційна експозиція, мл/год
	мл/год	мл/день ¹⁾	мл/день ²⁾	
ШО	10,00	41,55	6,45	0,01
ВО:				
500 л/га	400,00	121,20	85,20	0,05
100 л/га	50,00	74,25	47,25	0,02
50 л/га	20,00	32,10	21,30	0,02
РО	50,00	102,00	49,50	0,02

Примітка. ¹⁾ рівні забруднення шкіри оператора за робочу зміну без використання ЗІЗ; ²⁾ рівні забруднення шкіри оператора за робочу зміну з використанням ЗІЗ (рукавичок).

гранул та 1,534 мг/кг д. р. – для порошків, що змочуються. Ці величини розраховані за базою даних ВВА та визначені на рівні 75 процентилей.

Виключення складає інгалаційний рівень, що формується при використанні механізованих методів обробки. Це усереднені значення експозиції, які становлять: для водорозчинних гранул – 0,0358 мг/кг д. р. (дані *EUROPOEM*); для порошків, що змочуються – 0,21 мг/кг д. р. (дані *PHED*).

На етапі обприскування встановлено, що оператор зазнає різного інгалаційного та дермального впливу пестицидом у залежності від методу обробки та виду обприскувача (табл. 3).

Так, при обприскуванні польових культур штанговими обприскувачами найвищий інгалаційний рівень установлений при використанні штангових обприскувачів на рівні 0,01 мл/год. Дермальна експозиція є найбільшою у випадку вентиляторної обробки садових культур із нормою витрати робочої рідини 500 л/га (400 мл/год).

Таким чином, у залежності від способу обробки сільськогосподарських культур чітко виявляється внесок інгалаційної та нашкірної дози в загальну експозицію.

За алгоритмом ВВА експозиційну складову вираховують за фактичними значеннями забруднення виробничого середовища, які отримують за конкретних умов застосування пестициду. Питомі (I^*) та максимальні (I_m) інгалаційні дози, екстрапольовані на стандартні норми площі обробки при певному виді обприскування вираховуються за формулами:

$$I^* = C \cdot V \cdot t : M_{\text{ф}}, \text{мг}/(\text{люд} \cdot \text{кг д.р.}), \quad (1)$$

$$I_m = I^* \cdot R \cdot S, \text{мг}/(\text{люд} \cdot \text{день}), \quad (2)$$

де: C – фактична концентрація пестициду в повітрі робочої зони ($\text{мг}/\text{м}^3$); V – об'єм легеневої

вентиляції ($V = 1,74 \text{ м}^3/\text{год}$); t – тривалість операції (год); $M_{\text{ф}}$ – фактична кількість затраченої діючої речовини за робочу операцію (кг); R , кг/га – норма витрати діючої речовини, кг/га; S – максимальна площа обробки за 6-годинну робочу зміну, яка складає для штангового методу обробки польових культур – 20 га; для вентиляторного методу обробки садових культур – 8 га; для ручних обробок – 1 га [22].

Алгоритм розрахунку дермальної експозиції за ВВА наведений на рисунку.

Рисунок. Алгоритм визначення експозиційної та поглиненої дози пестициду при надходженні до організму крізь шкіру.

Таблиця 4

Умови застосування пестицидів «Драгун, к. е.» та «Аспект WP, з. п.» у сільському господарстві

Препарат	Діюча речовина	Метод обробки	Культура, що підлягала обробці
Інсектицид «Драгун, к. е.»	хлорпірифос	Вентиляторний обприскувач ОПВ – 2000, агрегатований з трактором МТЗ-80	Яблуні
Фунгіцид «Аспект WP, з. п.»	манкоцеб	Штанговий обприскувач ОПШ – 2000, агрегатований з трактором МТЗ-82	Картопля

Таблиця 5

Кількісна оцінка експозиції препаратами «Драгун, к. е.» та «Аспект WP, з. п.» за алгоритмом РОЕМ

Показник	«Драгун, к. е.»	«Аспект WP, з. п.»				
На етапі змішування/заправки						
Дермальна експозиція						
Розмір контейнера	5 л	—				
Рівні забруднення шкіри рук	0,2 мл	13,6 мг/кг д.р.				
Вміст д. р. у препараті	480 мг/мл	800 мг/г				
Норма витрати препарату	2 л/га	2,37 кг/га				
Норма площі обробки	15 га	50 га				
Кількість операцій	6/день	—				
Рівні забруднення шкіри	0,2×6 = 1,2 мл/день	13,6×2,37×0,8×50=1289,28 мг/день				
Використання ЗІЗ (% проникнення)	Рукавички (10%)	Рукавички (1%)				
Дермальна експозиція д. р.	0,12 мл препарату/день або 57,6 мг д. р./день	12,8928 мг д. р./день				
Абсорбція	10 %	10 %				
Абсорбована крізь шкіру доза	5,76 мг/день	1,28928				
Інгаляційна експозиція						
Інгаляційна експозиція	Не вираховується	0,21 мг/кг д.р.				
Інгаляційна експозиція		0,21×2,37×0,8×50 = 19,908 мг/день				
Використання ЗІЗ		—				
Абсорбція		100%				
Абсорбована інгаляційна доза		19,908 мг д. р./день				
На етапі обприскування						
Дермальна експозиція						
Норма витрати робочої рідини	500 л/га	300 л/га				
Рівні забруднення	400 мг/год	10 мл/год				
Розподіл забруднення за локалізацією	Др	Дт	Дн	Др	Дт	Дн
	10%	65%	25%	65%	10%	25%
Використання ЗІЗ	рукавички	спецодяг	спецвзуття	рукавички	спецодяг	спецвзуття
Відсоток проникнення	10%	2%	5%	10%	5%	15%
Дермальна експозиція, мл/год	4	5,2	5	0,65	0,05	0,375
Заг. дермальна експозиція робочим розчином, мл/день	(4+5,2+5) × 6 = 85,2			(0,65+0,05+0,375) × 6 = 6,45		
Концентрація д. р. в робочому розчині	1,92 мг/мл			6,32 мг/мл		
Дермальна експозиція д. р.	163,584			40,764		
Абсорбція	10 %			10 %		
Абсорбована крізь шкіру доза	16,3584			4,0764		
Інгаляційна експозиція						
Інгаляційна експозиція робочим розчином	0,05 мл/год			0,01 мл/год		
Інгаляційна експозиція д. р.	1,92×0,05×6 = 0,576 мг д. р./день			6,32×0,01×6 = 0,3792 мг д. р./день		
Абсорбція	100 %			100 %		
Абсорбована інгаляційна доза	0,576 мг д. р./день			0,3792 мг д. р./день		
Потенційна загальна (дермальна та інгаляційна) експозиція						
Загальна абсорбована доза, мг/день	5,76+16,3584+0,576 = 22,6944			1,28928+19,908+4,0764+0,3792 = 25,65288		
Маса тіла оператора	60 кг			60 кг		
Загальна експозиція	0,37824 мг/кг м. т./день			0,427548 мг/кг м. т./день		

За алгоритмом *POEM* та *BBA* поглинена доза пестициду при надходженні до організму інгаляційним шляхом приймається за 100 % максимальної експозиційної дози.

У моделях оцінки ризику можливий диференційований підхід до вибору значення фактора абсорбції пестициду крізь шкіру. За наявності експериментальних токсикологічних даних із визначення шкірно-резорбтивної дії пестициду в режимі підгострих або субхронічних досліджень на лабораторних тваринах фактор шкірної абсорбції визначається як відношення рівноеквівалентних доз при нанесенні на шкіру та пероральному введенні. За відсутності таких даних значення поглиненої дози, звичайно, обмежується простим припущенням, що вона складає 10 % нашкірної експозиційної дози пестициду.

Вищенаведені основні положення алгоритмів оцінювання інгаляційної та дермальної експозиції за *POEM* та *BBA* були використані в кількісній оцінці експозиції пестицидних препаратів «Драгун, к. е.» та «Аспект WP, з. п.», умови застосування яких наведені в таблиці 4.

Результати розрахунків наведені в таблицях 5, 6.

Порівнюючи два підходи до розрахунків експозиції пестицидами працюючих, можна стверджувати про те, що загальний рівень експозиції, розрахований за алгоритмом *BBA*, у цілому на порядок нижчий розрахункових величин за *POEM*. За сценарієм випадкового ситуативного спостереження (*BBA*), екстрапольованого на деяку стандартну ситуацію, не виявлені закономірності в рівнях експозиції залежно від вмісту діючої речовини пестициду в робочому розчині.

На відміну від *BBA* прогностична модель *POEM* дає можливість розрахунків та кількісної оцінки експозиції, не вдаючись до складних та коштовних, а нерідко, і невиправдано затратних польових досліджень, що проводяться на етапі державних випробувань пестицидів в Україні.

Недоліком моделі *POEM* можна вважати відсутність даних з експозиції працюючих пестицидами-протруйниками на етапі протруювання насіння та фумігації складських приміщень, а також при авіаційних методах обробки сільськогосподарських культур.

Таблиця 6

Кількісна оцінка експозиції препаратами «Драгун, к. е.» та «Аспект WP, з. п.» за алгоритмом *BBA*

Показник	«Драгун, к. е.»			«Аспект WP, з. п.»		
На етапі змішування/заправки						
Інгаляційна експозиція						
Питома інгаляційна доза I^* , мг/(люд×кг д. р.)	0,08 мг/м ³ ×1,74×0,025:0,96 = 0,003625			0,09 мг/м ³ ×1,74×0,05:1,896 = 0,004130		
Максимальна інгаляційна доза, мг д. р. /(люд×день)	0,003625×0,96×15 = 0,0522			0,004130×1,896×50 = 0,39152		
Абсорбція	100 %			100 %		
Абсорбована інгаляційна доза, мг/(люд×день)	0,0522			0,39152		
Дермальна експозиція						
Рівні забруднення відкритих ділянок шкіри за локалізацією	Др	Дт	Дг	Др	Дт	Дг
	0,0048	0,21276	0,00936	0,04	0,0825	0,44325
Загальний рівень забруднення, мг/люд	0,22692			0,56575		
Питома дермальна доза D^* , мг/(люд×кг д.р.)	0,236375			0,29839		
Максимальна дермальна доза, мг д.р. /(люд×день)	0,236375×0,96×15 = 3,4038			0,29839×1,896×50 = 28,2874		
Абсорбція	10 %			10 %		
Абсорбована інгаляційна доза	0,34038			2,82874		
Потенційна загальна (дермальна та інгаляційна) експозиція						
Загальна абсорбована доза, мг/день	0,0522+0,34038+0,9996 +0,27062 = 1,6628			0,39152+2,82874+0,05688 +1,62317 = 4,9003		
Маса тіла оператора	60 кг			60 кг		
Загальна експозиція	0,0277 мг/кг м. т./день			0,0817 мг/кг м. т./день		

Висновки

1. Збільшення асортименту хімічних речовин сільськогосподарського призначення зумовлює необхідність створення прогресивних, не тривалих і, головне, високо надійних у прогностичному відношенні методів гігієнічного оцінювання умов праці та потенційних ризиків як інструменту моніторингу інгаляційних та дермальних експозицій, яких зазнає оператор при роботах з пестицидами.
2. Для прогнозування та кількісної оцінки рівнів експозиції на різних етапах застосування пестицидів використовують офіційно визнані та перевірені на практиці прогностичні експозиційні моделі, основними з яких є англійська модель *POEM* та німецька модель *BBA*.
3. На прикладі пестицидних препаратів «Драгун, к. е.» (діюча речовина хлорпірифос, 480 г/л) та

«Аспект WP, з. п.» (діюча речовина манкоцеб, 800 г/кг), які дозволені до використання в Україні, проведено порівняльне оцінювання основних положень алгоритму розрахунку інгаляційної та дермальної експозиції за моделями *POEM* та *BBA*.

4. Встановлено, що загальний рівень експозиції, розрахований за алгоритмом *BBA*, у цілому на порядок нижчий, ніж за розрахунками *POEM*. За сценарієм випадкового ситуативного спостереження (*BBA*) не виявлені закономірності в рівнях експозиції залежно від вмісту діючої речовини пестициду в робочому розчині.
5. Модель *POEM* дає можливість розрахунків та кількісної оцінки експозиції, не вдаючись до складних та коштовних, а нерідко, і невиправдано затратних польових досліджень, що проводяться на етапі державних випробувань пестицидів в Україні.

Література

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (офіційне видання). – К.: Юнівест Медіа, 2010. – 543 с.

2. Державні санітарні правила та норми 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. – 242 с.

3. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 8.8.1.2.002-98 «Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності» // Збірник основних законодавчих та нормативних документів «Організація і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду за використанням пестицидів і агрохімікатів». – Київ, 1999. – С. 249–267.

4. Council Directive 91/414/EEC of the European Council on placing plant production products on the market. Official Journal of the European Union No. L 230, 19.08.1991, p.1.

5. Council Directive 94/79/EC amending Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection products on the market. Official Journal of the European Union No. L 354, 31.12.1994, p.16–31.

6. European Commission 2001. Acceptable operator levels (doc.7531/VI/95), 10 September 2001, <http://europa.eu.int/comm/food/protection/resources/publications/en.htm>.

7. Compiled comments from Member States and ECPA on the Guidance Document on the setting of acceptable operator exposure levels (AOELs) rev. 9, Sanco/10182/2005 rev. 9 from 5 July 2005.

8. European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General. Directorate E – Safety of the Food Chain/ E3 – Chemicals, Contaminants, Pesticides. Guidance for Setting and Application of Acceptable Operator Exposure Levels (AOELs), 2006, – P. 1–28.

9. Martin A. D. A Predictive Model For The Assessment Of dermal Exposure To Pesticides. In Prediction of Percutaneous Penetration. Methods, Measurements, Modelling. 1990. (Edited by Scott R.C., Guy R.H. and Hadgraft J.) IBC Technical services Ltd, Southampton.

10. <http://psd08.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web Assets/PSD/UK POEM1.xls>

11. Uniform principles for safeguarding the health of applicators of plant protection products / Lundehn J. R., Westphal D., Kieczka H. [et al.] // Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für land- und Forstwirtschaft, heft 277. – Berlin, Germany 1992. – P. 60–111.

12. Van Hemmen J. J. Agricultural pesticide databases for risk assessment / Van Hemmen J. J. // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 1992. – V.126. – P. 1–85.

13. Determination of potential dermal and inhalation exposure of operators, Following spray applications of the Fungicide penconazole in vineyards and greenhouses / Machera K., Goumenou M., Kapetanakis E. [et al.] // Fresenius Environmental Bulletin. – 2001. – V. 10 (5). – P. 464–469.

14. The development, maintenance and dissemination of a European Predictive Operator Exposure model (EUROPOEM Database) Draft Final report, December 1996, AIR3 CT91–1370.

15. Evaluation of potential dermal exposure of pesticide spray operators in greenhouses by use of

visible tracers / K. Machera, E. Kapetanakis, A. Charistoun [et al.] // Journal of Environmental Science and Health. – 2002. – V. B 37, № 2. – P. 11–19.

16. Алгоритм визначення експозиційної дози при кризовому надходженні пестицидів під час їх застосування / Кундієв Ю. І., Кірсенко В. В., Карпенко В. М. [та ін.] // Гігієна труда. – Вып. 33. – С. 240–248.

17. Методические указания по изучению и гигиенической оценке условий труда при применении пестицидов / Сост. В. Н. Ракитский, А. В. Ильницкая и др. – [Утв. МЗ России. № 01–19/140–17]. – М., 1995. – 10 с.

18. Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгаляційного і перкутанного впливу пестицидів на осіб, які працюють з ними або можуть зазнавати впливу під час і після хімічного захисту рослин та інших об'єктів: Методичні рекомендації МР 8.1.4–2006, розроблені проф. Проданчуком М. Г., к. мед. н. Сергеевим С. Г., д. б. н. Жмійком П. Г. та ін. – К., 2006. – 21 с.

19. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. № 4263–87: Утв. 13.03.87 / МЗ СССР. – К., 1988. – 212 с.

20. Методические указания на газохроматографическое определение дурсбана в воздухе // Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. – М.: МЗ СССР, 1981. – Вып. XVII. – С. 52–54.

21. Методические указания по определению манкоцеба в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны паровым газохроматографическим методом // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. Сборник 29. – Киев: Минэкоресурсов Украины, 2001. – С. 82–86.

22. Glass C. R. Evaluating the risks of occupational pesticide exposure / C. R. Glass, K. Machera // Hellenic Plant Protection J. – 2009. – V. 2. – P. 1–9.

Яструб Т. А.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНИВАНИЮ ИНГАЛЯЦИОННОЙ И ДЕРМАЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ПЕСТИЦИДАМИ НА РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

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

Рассмотрены наиболее распространенные в Европейском Союзе экспозиционные модели оценивания риска пестицидов на работающих. Проведенный анализ моделей и собственные исследования позволили определить основные отличия в оценивании ингаляционной и дермальной экспозиции пестицидами на разных технологиях их применения.

Ключевые слова: пестициды, модели оценивания риска, анализ, практическое применение

Yastrub T. A.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO ESTIMATION OF INHALATION AND DERMAL EXPOSURE TO PESTICIDES AT DIFFERENT TECHNOLOGIES OF THEIR APPLICATION

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

The most commonly used models of exposure in assessing pesticide risk for workers have been considered. The conducted analysis of models and the author's researches enabled to define main differences in the assessment of inhalation and dermal exposures to pesticides at different technologies for their application.

Key words: pesticides, models of risk assessment, analysis, practical application

Надійшла: 11.07.2011 р.

Контактна особа: Яструб Тетяна Олександрівна, канд. мед. наук, ст. наук. співр. лабораторії токсикології пестицидів та гігієни праці при їх застосуванні, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033. Тел.: (44) 289-41-88. E-mail: T_Yastrub@meta.ua.