

**Т.В. Руда,
М.М. Коршун**

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНОГО
КОМБІНОВАНОГО РИЗИКУ
ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СУЧАСНИХ
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ПЕСТИЦИДІВ
НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКА**

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
Інститут гігієни та екології
кафедра гігієни та екології № 3
пр. Перемоги, 34, Київ, 03057, Україна
Bogomolets National Medical University
Institute of hygiene and ecology
Department of hygiene and ecology N 3
Peremogy av., 34, Kyiv, 03057, Ukraine
e-mail: rudayat32@gmail.com

Ключові слова: гербіцид, фунгіцид, олійні культури, комбінований ризик

Ключевые слова: гербицид, фунгицид, масличные культуры, комбинированный риск

Key words: herbicide, fungicide, oilseeds, combined risk

Реферат. Гигиеническая оценка профессионального комбинированного риска при применении современных многокомпонентных пестицидов на посевах кукурузы и подсолнечника. Рудая Т.В., Коршун М.М. Приведены результаты оценки риска опасного комбинированного воздействия дифлуфензопира, дикамбы, никосульфурона (гербицид Кельвин Плюс, ВГ) и азоксистробина, дифеноконазола (фунгицид Амистар Голд 250 SC, КС) на профессиональные контингенты, задействованные в работе с ними. Проведено исследование в натуральных условиях на посевах кукурузы и подсолнечника, в котором препараты Кельвин Плюс и Амистар Голд использовали в максимальных нормах расхода – 0,4 кг/га и 1,0 л/га соответственно. При наземной обработке расход рабочего раствора составлял 300 л/га, при авиационной – 50 л/га. Были отобраны пробы воздуха рабочей зоны, смывов с кожи, нашивок на спецодежде работников с последующим определением остаточных количеств исследуемых действующих веществ (д. в.) в отобранных пробах. Были рассчитаны коэффициенты и индексы опасности, исходя из экспозиционных и допустимых ингаляционных и перкутанных доз д. в. Установлено, что условия труда сельскохозяйственных рабочих являются допустимыми, поскольку индексы опасности вредного комбинированного воздействия исследуемых пестицидов являются ниже 1. Перед проведением натуральных исследований были рассчитаны коэффициенты возможного ингаляционного отравления, и было установлено, что все исследуемые пестициды по данным коэффициентам являются малоопасными – 4 класс. Также была проведена оценка возможного возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами, то есть были рассчитаны коэффициенты выборочности действия при ингаляционном и перкутанном влиянии на человека. Было установлено, что все исследуемые д. в. при ингаляционном влиянии на человека имеют достаточную выборочность действия, кроме азоксистробина (низкая выборочность действия); при нанесении на кожу все д. в. обладают достаточной выборочностью действия. Таким образом, применение исследуемых комбинированных препаратов на посевах кукурузы и подсолнечника не оказывает опасности для работающих при соблюдении установленных гигиенических регламентов.

Abstract. Hygienic assessment of professional combined risk in case of modern multicomponent pesticides usage on maize and sunflower crops. Ruda T.V., Korshun M.M. The results of the risk assessment of combined hazard effects of diflufenzopyr, dicamba, nicosulfuron (herbicide Kelvin Plus) and azoxystrobin, difenoconazole (fungicide Amistar Gold 250 SC) on workers involved in working with them are presented. The field study on maize and sunflower crops, in which Kelvin Plus and Amistar Gold were used at maximum flow rates of 0,4 kg/ha and 1,0 l/ha, respectively was performed. During ground handling, the working solution consumption was 300 l/ha, while during aviation – 50 l/ha. Air samples of the working area, washings from the skin, stripes on the overalls of workers were selected, followed by the determination of the residual quantities of the active substances under study in the selected samples. Hazard coefficients and indices, based on exposure and permissible inhalation and percutaneous doses (a. s.) were calculated. It has been established that the working conditions of agricultural workers are permissible, since the hazard indices of the harmful combined effect of the pesticides under study are lower than 1. Before carrying out full-scale studies, the coefficients of possible inhalation poisoning were calculated, and it was established that all pesticides under study are of low risk as for this coefficient – 4 class. An assessment of the possible occurrence of acute toxic effects when working with pesticides was made as well, that is, the selectivity coefficients of the action were determined

for inhalation and percutaneous effects on humans. It was established that all investigated a. s. at inhalation influence on the person have sufficient selectivity of action, except for azoxystrobin, which has a low selectivity of action; when applied to the skin all the a. s. have sufficient selectivity of action. The use of the tested combined preparations on maize and sunflower crops does not endanger the workers, while observing the established hygienic regulations.

Застосування хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) є обов'язковою та невід'ємною умовою успішного ведення сільського господарства на сьогодні. Вагому частку серед ХЗЗР становлять гербіциди та фунгіциди, сучасними та перспективними представниками яких є комбіновані препарати Кельвін Плюс, ВГ та Амістар Голд 250 SC, КС. Ці препарати запропоновані для захисту посівів олійних культур – кукурудзи та соняшника. Гербіцид Кельвін Плюс, ВГ містить у своєму складі три д.р. – дикамбу, дифлуфензопір та нікосульфурон, фунгіцид Амістар Голд 250 SC, КС містить дві д.р. – азоксистробін та дифеноконазол. Зазначені препарати потребували обґрунтування гігієнічних регламентів їх безпечного застосування при обробці посівів кукурудзи та соняшника наземним (обидва препарати) та авіаційним (Амістар Голд 250 SC, КС) методами.

У нашій країні оцінку ризику потенційного шкідливого впливу пестицидів на сільськогосподарських робітників здійснюють згідно з моделлю, за якою розраховують експозиційні інгаляційні та перкутанні дози д.р., обґрунтовують допустимі інгаляційні та перкутанні дози з подальшим їх зіставленням [1].

У попередніх наших дослідженнях вже проведено оцінку ризику небезпечного ізольованого інгаляційного, перкутанного та комплексного впливу д.р. досліджуваних пестицидів на професійні контингенти [6, 7]. Але, оскільки Кельвін Плюс, ВГ та Амістар Голд 250 SC, КС є комбінованими препаратами, виникла необхідність у вивченні умов праці у випадку комбінованої дії д.р. досліджуваних пестицидів.

Метою нашої роботи була оцінка ризику небезпечного комбінованого впливу д.р. препаратів Кельвін Плюс, ВГ та Амістар Голд 250 SC, КС на сільськогосподарських працівників, які задіяні в роботі з ними.

Для досягнення мети були вивчені умови праці при застосуванні вищезазначених препаратів наземним та авіаційним методами на посівах кукурудзи та соняшника; встановлені ризики комбінованого впливу д.р. досліджуваних пестицидів для працюючих, базуючись на раніше розрахованих експозиційних та допустимих інгаляційних і перкутанних дозах досліджуваних д.р.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Препарат Кельвін Плюс, ВГ (д.р. – дикамба, 424 г/кг, дифлуфензопір, 170 г/кг, нікосульфурон, 106 г/кг) запропонований для боротьби з бур'янами на посівах кукурудзи наземним методом, препарат Амістар Голд 250 SC, КС (д.р. – азоксистробін, 125 г/л та дифеноконазол, 125 г/л) запропонований для боротьби з хворобами соняшника наземним та авіаційним методами.

Умови праці оцінювали за результатами натурних досліджень, які проводили згідно з [4]. Досліджувані препарати використовували в максимальних нормах витрат: Кельвін Плюс, ВГ – 0,4 кг/га (дикамби – 169,6 г/га, дифлуфензопіру – 68 г/га, нікосульфурону – 42,4 г/га) та Амістар Голд 250 SC, КС – 1,0 л/га (азоксистробіну – 125 г/га, дифеноконазолу – 125 г/га).

Наземну обробку (НО) посівів кукурудзи проводили за допомогою штангового обприскувача ОПШ–2000, агрегатованого з трактором МТЗ–82; авіаційну обробку (АО) – за допомогою мотодельтаплана «AEROS-2» з навісним дрібно-крапельним обприскувачем. При НО витрати робочого розчину досліджуваних препаратів становили 300 л/га, при АО – 50 л/га.

При виконанні виробничих операцій, пов'язаних із застосуванням досліджуваних пестицидів, робітники перебували в захисному спецодязі. Тривалість приготування робочих розчинів препаратів при НО становила 10 хвилин, обприскування – 20-30 хвилин; при АО – 6 хвилин та 20 хвилин відповідно.

Перед проведенням натурних досліджень ми здійснили прогнозування небезпечності впливу досліджуваних пестицидів на працюючих та оцінили можливість виникнення гострих токсичних ефектів. Для цього розраховали коефіцієнти можливості інгаляційного отруєння (КМІО) за формулою у [2].

Результати розрахунків КМІО оцінили згідно з [5]. Тобто, якщо величина КМІО більше 10,0 – сполуки надзвичайно небезпечні (1 клас), 10,0–2,1 – високо небезпечні (2 клас), 2,0–0,5 – помірно небезпечні (3 клас), менше 0,5 – мало небезпечні (4 клас).

До того ж ми оцінили можливість виникнення гострих токсичних ефектів при роботі з пестицидами з урахуванням вибіркової дії їх дії за методикою С.Г. Сергєєва зі співавт. [8]. Згідно з

цією методикою, враховуються обидва шляхи надходження пестицидів – інгаляційний та перкутанний. Інтегральним показником, який здатний відображати можливість виникнення гострого токсичного ефекту при потраплянні пестициду інгаляційним чи перкутанним шляхом, є коефіцієнт вибірковості дії (КВД). Цей коефіцієнт дозволяє кількісно оцінити небезпечність гострого впливу пестициду на організм теплокровних тварин та людини порівняно з ефективністю проти шкідників, хвороб та бур'янів. Чим нижчий КВД, тим небезпечнішим є пестицидний препарат для людини [8].

КВД при нанесенні пестициду на шкіру (КВД_д) та при інгаляційному впливі (КВД_{інг}) розраховували за формулами, наведеними у [8].

Вибірковість дії пестициду оцінювали таким чином: при величині КВД менше 1 – пестицид має надзвичайно низьку вибірковість дії; при КВД від 1 до 99 – низьку вибірковість дії; при КВД більше 100 – достатню вибірковість дії [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Значення КМІО, наведені в таблиці 1, свідчать, що всі досліджувані пестициди за цим коефіцієнтом є мало небезпечними – 4 клас. Серед усіх досліджуваних пестицидів найбільш небезпечним є дикамба, оскільки величина КМІО становить $2,80 \times 10^{-5}$, найменш небезпечними є азоксистробін та нікосульфурон – величини КМІО становлять відповідно $2,16 \times 10^{-11}$ та $2,41 \times 10^{-12}$.

Таблиця 1

Оцінка небезпеки виникнення гострих токсичних ефектів у працюючих при інгаляційному надходженні діючих речовин досліджуваних комбінованих препаратів

Препарат	Діюча речовина	Норма витрат, кг/га	Леткість, мг/м ³	КМІО	КВД _{інг}	КВД _д
Кельвін Плюс, ВГ	Дифлуфензопір	0,0680	$1,3 \times 10^{-3}$	$4,44 \times 10^{-7}$	425,6	4538,9
	Дикамба	0,1696	0,1483	$2,80 \times 10^{-5}$	353,0	727,9
	Нікосульфурон	0,0424	$1,32 \times 10^{-7}$	$2,41 \times 10^{-11}$	1274,2	2911,7
Амістар Голд 250 SC, KC	Азоксистробін	0,1250	$1,79 \times 10^{-8}$	$2,16 \times 10^{-11}$	65,6	987,7
	Дифеноконазол	0,1250	$5,45 \times 10^{-6}$	$1,65 \times 10^{-9}$	1069,2	992,6

Дифлуфензопір, дифеноконазол, дикамба та нікосульфурон володіють достатньою вибірковістю дії при інгаляційному впливі на людину, оскільки їх КВД_{інг} більше ніж 100. Азоксистробін володіє низькою вибірковістю дії, його КВД_{інг} становить 65,6, тобто сполука за цим критерієм є небезпечнішою порівняно з рештою досліджуваних пестицидів. Однак вона має найнижче значення КМІО (табл. 1).

Досліджувані сполуки характеризуються достатньою вибірковістю дії при нанесенні на шкіру, оскільки КВД_д усіх пестицидів є більшими за 100 (табл. 1). Для більшості речовин, за винятком дифеноконазолу, КВД_д є вищим за КВД_{інг}: дифлуфензопіру, азоксистробіну, дикамби і нікосульфурону – в 10,7; 18,1; 15,1; 2,1 і 2,3

раза відповідно. Для цих речовин небезпечність гострого впливу при інгаляційному надходженні в організм теплокровних тварин та людини більша, ніж при потраплянні на шкіру. Для дифеноконазолу вибірковість дії майже однакова при обох шляхах надходження в організм.

Для більш точної оцінки професійного ризику були проведені натурні дослідження з вивченням умов праці сільськогосподарських працівників, які були задіяні при застосуванні досліджуваних пестицидних препаратів для захисту олійних культур. У попередніх роботах [6, 7] ми вже навели оцінку ризику небезпечного ізольованого інгаляційного, перкутанного та комплексного впливу д.р. досліджуваних пестицидів на професійні контингенти.

Оскільки гербіцид Кельвін Плюс, ВГ (дикамба, дифлуфензопір, нікосульфурон) та фунгіцид Амістар Голд 250 SC, КС (азоксистробін, дифеноконазол) – це комбіновані препарати, був розрахований індекс небезпечності комбінованої дії їх д.р. (табл. 2), базуючись на принципах сумації негативних ефектів при одночасній дії декількох речовин [3]. Встановили, що негативний вплив обох пестицидних препаратів на організм працівників навіть за умов сумації ефектів дії їх д.р. не очікується. Крім того, у формуванні професійного ризику при застосуванні препарату Амістар Голд 250 SC, КС провідна роль належить дифеноконазолу, усереднена частка якого в коефіцієнтах та індексах небезпечності коливається в межах

92,15-99,03% (табл. 3). У випадку препарату Кельвін Плюс, ВГ провідна роль у формуванні коефіцієнта небезпечності за інгаляційного надходження належить дифлуфензопіру, за перкутанного надходження – дикамбі. Оскільки частка інгаляційного ризику в сумарному реальному та агравованому сягає 99,9% і 97,5%, то саме дифлуфензопіру належить провідна роль у формуванні професійного ризику при застосуванні препарату Кельвін Плюс, ВГ: його усереднена частка в реальному й агравованому індексах небезпечності становить 81,8 та 78,1% (табл. 3). Друге місце посідає дикамба, а частка нікосульфурону є мінімальною (меншою за 2%).

Таблиця 2

Оцінка ризику комбінованого шкідливого впливу діючих речовин, що входять до складу досліджуваних багатокомпонентних препаратів

Пестицидний препарат	Діюча речовина	Вид обробки	Робітник	Коефіцієнт небезпечності			Індекс небезпечності	
				інгаляційний, $\times 10^{-2}$	перкутаний		реальний, $\times 10^{-2}$	агравований, $\times 10^{-2}$
					реальний, $\times 10^{-2}$	агравований, $\times 10^{-2}$		
Амістар Голд 250 SC, КС	Азоксистробін+ дифеноконазол	АО	Заправник	2,81	0,703	29,636	3,509	32,442
			Пілот	9,05	0,703	29,144	9,748	38,188
			Сигнальник	9,9	0,703	58,590	10,598	68,484
		НО	Заправник	2,83	0,325	24,454	3,158	27,287
			Тракторист	6,26	0,325	13,451	6,586	19,712
Кельвін Плюс, ВГ	Дикамба+ дифлуфензопір+нікосульфурон	НО	Заправник	2,54	0,010	0,270	2,552	2,812
			Тракторист	10,17	0,010	0,267	10,177	10,433

Усереднена частка окремих діючих речовин у професійному ризику при застосуванні досліджуваних комбінованих препаратів

Препарат	Діюча речовина	Частка (%) у				
		коефіцієнті небезпечності			індекси небезпечності	
		інгаляційному	перкутанному		реальному	агравованому
			реальному	агравованому		
		M±m (min-max)	M±m (min-max)	M±m (min-max)	M±m (min-max)	M±m (min-max)
Амістар Голд 250 SC, КС	Азоксистробін	7,85±4,9 (0,16–26,5)	0,97±0,02 (0,93–0,996)	1,26±0,4 (0,58–2,69)	7,11±4,4 (0,23–23,84)	1,93±0,6 (0,73–3,57)
	Дифенконазол	92,15±4,9 (73,5–99,84)	99,03±0,02 (99,0–99,07)	98,74±0,4 (97,31–99,42)	92,89±4,4 (76,16–99,77)	98,07±0,6 (96,43–99,27)
Кельвін Плюс, ВГ	Дифлуфензопір	82,3±0,4 (81,9–82,7)	19,8±0,2 (19,6–20,0)	17,7±0,1 (17,6–17,8)	81,8±0,1 (81,7–81,9)	78,1±2,3 (75,8–80,3)
	Дикамба	16,1±0,4 (15,7–16,4)	79,2±0,8 (78,4–80,0)	80,9±0,2 (80,7–81,0)	16,5±0,1 (16,4–16,6)	20,3±2,3 (18,0–22,6)
	Нікосульфурон	1,7±0,1 (1,6–1,7)	2,0±0,1 (1,9–2,0)	1,6±0,1 (1,5–1,6)	1,6±0,1 (1,5–1,6)	1,7±0,1 (1,6–1,8)

ВИСНОВКИ

1. Досліджувані сполуки за коефіцієнтом можливого інгаляційного отруєння належать до 4 класу, тобто є мало небезпечними. Коефіцієнти вибірковості дії усіх досліджуваних сполук при дермальному та інгаляційному (окрім азокси-стробіну – 65,5) впливі більші ніж 100, що свідчить про достатню вибірковість дії та низьку ймовірність виникнення гострих токсичних ефектів як при потраплянні пестицидів на шкіру, так і при інгаляційному надходженні.

2. Провідна роль у формуванні професійного комбінованого ризику при застосуванні препарату Амістар Голд 250 SC, КС належить дифенконазолу, усереднена частка якого в коефіцієнтах та індексах небезпечності коливається в межах 92,15-99,0%; при застосуванні препарату Кельвін Плюс, ВГ – дифлуфензопіру та

дикамбі, усереднені частки яких у коефіцієнтах та індексах небезпечності коливаються в межах 17,7-82,3% та 16,1-80,9% відповідно.

3. Реальний та агравований індекси небезпечності комбінованого впливу досліджуваних д.р. препаратів Кельвін Плюс, ВГ та Амістар Голд 250 SC, КС для заправника і тракториста (наземна обробка) та заправника, пілота й сигнальника (авіаційна обробка) є меншими за одиницю, тобто ризик комбінованої дії є прийнятним, а використання досліджуваних препаратів на посівах кукурудзи і соняшника в умовах агропромислових комплексів є безпечним для професійних контингентів при застосуванні традиційних технічних засобів та дотриманні встановлених агротехнічних і гігієнічних регламентів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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: метод. рекомендації / МОЗ України. – Київ, 2009. – 29 с. [Затв. 13.05.2009].
2. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: підручник / Є.Г. Гончарук, Ю.І. Кундієв, В.Г. Бардов [та ін.]; за ред. Є.Г Гончарука. – Київ: Вища шк., 1995. – 552 с.
3. Коршун М.М. До питання про комбіновану дію на організм теплокровних тварин пріоритетних поллютантів ґрунту / М.М. Коршун // Гігієна населених місць: Зб. наук. праць. – Київ, 2003. – Вип. 42. – С. 119-130.
4. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ № 4263-87. – К., 1988. – 210 с.
5. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.002-98 – [Затв. 28.08.98] //
36. Важливіх офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – Київ, – 2000. – Т. 9., ч. 1. – С. 249-266.
6. Руда Т.В. Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні стробілуринових фунгіцидів на посівах олійних культур / Т.В. Руда, М.М. Коршун, С.І. Гаркавий // Світ медицини та біології. – 2017. – Т. 60, № 2. – С. 103-110.
7. Руда Т.В. Гігієнічна оцінка умов праці при застосуванні гербіциду Кельвін Плюс, ВГ та інсектициду Пленум 50 WG, ВГ на посівах олійних культур / Т.В. Руда, М.М. Коршун // Укр. журнал з проблем медицини праці. – 2016. – Т. 49., № 4. – С. 66-72.
8. Сергеев С.Г. Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия / С.Г. Сергеев, Ю.Г. Чайка // Современные проблемы токсикологии. – 2008. – № 4. – С. 29-31.

REFERENCES

1. [Study, assessment and reduction of the risk of inhaled and percutaneous exposure of pesticides to persons who work with them or may be exposed during and after chemical protection of plants and other objects: Guidelines]. Kyiv, Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. 2009;29. Ukrainian.
2. Honcharuk YeH, Kundiiiev YuI, Bardov VH. [General hygiene: propedeutics of hygiene: Textbook]. Kyiv. Vyshcha shk. 1995;552. Ukrainian.
3. Korshun MM. [On the question of the combined effect on the body of warm-blooded animals, priority soil pollutants]. Hihiiena naselenykh mist. 2003;42:119-30. Ukrainian.
4. [Guidelines for the hygienic assessment of new pesticides]. MU N 4263-87. Kyiv. 1988;210. Ukrainian.
5. [Pesticides. Classification by degree of danger: DSanPiN 8.8.1.002-98]. – [Zatv. 28.08.98]. Collection of Important official materials on sanitary and anti-epidemic issues. Kyiv. 2000;9(1):249-66. Ukrainian.
6. Ruda TV, Korshun MM, Harkavyi SI. [Hygienic assessment of professional risk in case of strobilurin fungicides usage on oil crops dropping]. Svit medytsyny ta biolohii. 2017;2(60):103-110. Ukrainian.
7. Ruda TV, Korshun MM. [Hygienic assessment of working conditions of herbicide Kelvin Plus and insecticide Plenum 50 WG usage on dropping of oil crops]. Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi. 2016;4(49):66-72. Ukrainian.
8. Sergeyev SG, CHayka YuG. [Assessment of the possibility of acute toxic effects when working with pesticides, taking into account their selectivity of action]. Sovremennyye problemy toksikologii. 2008;4:29-31. Russian.

Стаття надійшла до редакції
28.08.2018

