

ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ ФЛУПІРАДИФУРОНУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГЛАМЕНТІВ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДУ НА ЙОГО ОСНОВІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВИНОГРАДНИКІВ, ЯБЛУНЬ, ГРУШ І КАПУСТИ

О.П. Кравчук, В.І. Медведєв, П.Г. Жмілько, А.П. Гринько, С.Г.Сергеєв,
О.М. Багацька, О.П. Васецька, О.В. Федченко, Г.В. Зварич, І.П. Павленко,
В.Г. Лишавський, С.І. Ющук

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки
імені академіка Л.І.Медведя МОЗ України», м. Київ, Україна

РЕЗЮМЕ. Флупірадифурон – інсектицид, рекомендований для захисту винограду, яблуні, груші та капусти в сільському господарстві. Для державної реєстрації в Україні проведена токсиколого-гігієнічна оцінка флупірадифурону та його інсектицидного препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК. Допустиму добову дозу флупірадифурону для людини обґрунтовано на рівні 0,02 мг/кг; розроблено гігієнічні нормативи флупірадифурону та регламенти безпечного застосування інсектициду Сіванто Прайм 200 SL, РК у сільському господарстві.

Мета. Токсиколого-гігієнічна оцінка флупірадифурону та його інсектицидного препарату, оцінка ризику впливу на сільськогосподарських працівників та населення.

Методи. Експертно-аналітичні, токсикологічні, фізико-хімічні, статистичні та гігієнічні.

Результати. На основі параметрів гострої токсичності для різних шляхів впливу флупірадифурон та інсектицид Сіванто Прайм 200 SL, РК класифікуються як небезпечні (II клас). Довгострокові ефекти (канцерогенність, мутагенність і тератогенність, токсичність для репродуктивної функції та розвитку) не є лімітуючими критеріями при оцінці небезпечності флупірадифурону.

Дані польових випробувань показали, що залишки флупірадифурону не виявлено у винограді, яблуках, грушах і капусті під час збирання врожаю. Ступінь професійного ризику за впливу флупірадифурону на організм працівників інгаляційним шляхом і через шкіру не перевищували допустимого рівня.

Висновок. Застосування інсектициду Сіванто Прайм 200 SL, РК на основі флупірадифурону для захисту виноградників, яблунь, груш та капусти відповідно до сільськогосподарських та гігієнічних норм та регламентів не призведе до забруднення сільськогосподарської продукції та об'єктів навколишнього середовища і буде безпечним для населення.

Ключові слова: інсектицид, флупірадифурон, токсикологічні властивості, гігієнічні норми та регламенти, оцінка безпеки.

У зв'язку з розширенням використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) особливе значення має токсиколого-гігієнічна оцінка небезпечності, гігієнічне нормування нових діючих речовин пестицидів та обґрунтування регламентів безпечного застосування препаратів на їх основі. Однією з нових діючих речовин є інсектицид флупірадифурон, який входить до складу препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК (д.р. – флупірадифурон, 200 г/л) і рекомендований для застосування на виноградниках, яблунях, грушах та капусті. Флупірадифурон зареєстрований у державах-членах Європейського Союзу, США, Канаді, Австралії та інших країнах.

Мета роботи полягала в оцінці небезпечності флупірадифурону та препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК, обґрунтуванні допустимої добової дози (ДДД) флупірадифурону для людини, його гігієнічних нормативів у винограді, яблуках, грушах та соках з них, капусті, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм і ґрунті, а також вимог безпеки під час застосування інсектициду, термінів відновлення робіт та термінів очікування до збирання врожаю після застосування препарату.

Матеріали та методи дослідження. Флупірадифурон за хімічною структурою відноситься до бутанолідів. Хімічна назва, структурна формула і його фізико-хімічні

властивості приведені в табл. 1.

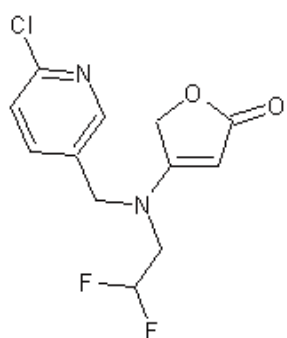
Токсикологічну і гігієнічну оцінку препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК та його діючої речовини – флупірадифуруну, обґрунтування ДДД флупірадифуруну проводили за результатами досліджень фірми-виробника та за даними літератури [1,2] відповідно до методичних вказівок [3] і діючої в Україні гігієнічної класифікації [4]. Динаміку вмісту флупірадифуруну в сільськогосподарських культурах, обґрунтування його максимально допустимих рівнів (МДР) у вино-

граді, яблуках, грушах та соках з них, капусти вивчали відповідно до [3] і основних принципів, викладених у керівництвах Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) [5]. Відбір і транспортування проб для досліджень проводили згідно з уніфікованими правилами [6].

Вміст флупірадифуруну в досліджуваних об'єктах визначали відповідно до вимог рекомендованих методичних вказівок [7-9]. Межі кількісного визначення (МКВ) – методом високоефективної рідинної хрома-

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості флупірадифуруну

Показник, одиниці вимірювання	Значення
Хімічна назва	- 4-[(6-хлор-3-піридилметил)(2,2-дифторетил)аміно]фуран-2(5H)-он (IUPAC) - 4-[[[(6-хлор-3-піридиніл)метил](2,2-дифторетил)аміно]-2(5H)-фуранон (CA)
Структурна формула	
CAS RN	[951659-40-8]
Відносна молекулярна маса	288,7
Емпірична формула	C ₁₂ H ₁₁ ClF ₂ N ₂ O ₂
Хімічний клас сполук	бутаноліди
Агрегатний стан, колір	порошок білого кольору
Густина, г/мл (20 °С)	1,43
Температура кипіння, °С	>270 °С (з розкладанням)
Розчинність у воді, мг/л (20-25 °С)	3200
Розчинність в органічних розчинниках, г/л (20-25 °С)	ацетоні – >250; дихлорметані – >250; диметилсульфоксиді – >250; етилацетаті – >250; гептані – 0,0005; метанолі – >250; толуолі – 3,7

тографії (ВЕРХ), зокрема у винограді, яблуках та грушах – 0,02 мг/кг; виноградному, яблучному та грушевому соках, капусті – 0,01 мг/кг.

З метою обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) флупірадифуруону в повітрі робочої зони і атмосферному повітрі керувалися методичними вказівками [10-12].

Розробку та обґрунтування гранично допустимої концентрації (ГДК) флупірадифуруону у воді водойм здійснювали згідно з методичними вказівками [3] і основними положеннями [13, 14]. Відповідно до розроблених методичних вказівок з визначення флупірадифуруону у воді водойм [15] МКВ речовини методом ВЕРХ – 0,002 мг/дм³.

Обґрунтування орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) флупірадифуруону в ґрунті проводили відповідно до методичних вказівок [16]. МКВ флупірадифуруону в ґрунті – методом ВЕРХ відповідно до розроблених методичних вказівок [17] – 0,02 мг/кг.

Для прогнозування небезпечності впливу флупірадифуруону на сільськогосподарських робітників у разі його застосування розраховували коефіцієнти вибіркової дії (КВД), які є відношенням ефективної норми витрати і величин середньосмертельних доз за нанесення речовини на шкіру (КВД_ш) та концентрацій за інгаляційного впливу (КВД_і). Результати оцінювали за шкалою: КВД < 1 – надзвичайно низька вибіркова дія, КВД від 1 до 99 – низька вибіркова дія, КВД ≥ 100 – достатня вибіркова дія [18].

Дослідження і оцінку небезпечності впливу препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК на сільськогосподарських робітників, зайнятих його застосуванням та під час обробітки площ після використання інсектициду, а також потенційного впливу на населення на межі санітарно-захисної зони під час обприскування препаратом виконували відповідно до методичних вказівок [3] та рекомендацій [19].

Визначення вмісту флупірадифуруону в об'єктах виробничого та навколишнього

середовища здійснювали відповідно до вимог, зазначених у методичних вказівках [17, 20]. Межі кількісного визначення діючої речовини методом ВЕРХ у повітрі робочої зони – 0,1 мг/м³, атмосферному повітрі – 0,005 мг/м³ і ґрунті – 0,02 мг/кг.

Результати та їх обговорення. Відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98) [4] флупірадифуруон технічний за параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності відноситься до 4-го класу небезпечності, гострої інгаляційної токсичності – до 2-го класу небезпечності, за подразнюючою дією на шкіру – до 4-го класу небезпечності і на слизові оболонки очей – до 3-го класу небезпечності, за алергенною дією – до 3-го класу небезпечності. За лімітуючим показником токсичності флупірадифуруон відноситься до пестицидів 2-го класу небезпечності.

Препарат Сіванто Прайм 200 SL, РК відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [4] за параметрами гострої пероральної токсичності відноситься до 4-го класу небезпечності, гострої дермальної токсичності – до 3-го класу небезпечності, гострої інгаляційної токсичності – до 2-го класу небезпечності, за подразнюючою дією на шкіру – до 4-го класу небезпечності і на слизові оболонки очей – до 3-го класу небезпечності, за алергенною дією – до 3-го класу небезпечності. За лімітуючим критерієм шкідливості препарат Сіванто Прайм 200 SL, РК відноситься до пестицидів 2-го класу небезпечності.

Токсикокінетика і метаболізм флупірадифуруону вивчені на щурах після одноразового перорального введення радіоактивно міченої речовини в дозі 3 мг/кг. Показано, що флупірадифуруон швидко абсорбується і виводиться з організму. Найбільша концентрація радіоактивної мітки спостерігалася у кістковій тканині через 1 годину (самці – 38,3 %, самки – 51,2 %), але вона швидко знижувалася і становила через 24 години 3–4 % від вищої дози. У плазмі концентрація міченого флупірадифуруону була низькою (від 1,27 до 0,1 %). Виведення радіоактивності здійснювалося переважно з

сечею – в перші 24 години після введення 71,8 % у самців і 85,88 % у самок.

Основні шляхи біотрансформації – гідроксилування з подальшою глюкуронізацією, відщеплення дифлуороетильної групи з утворенням дифлуорооцтової кислоти, розрив по піридинметильному зв'язку з утворенням флупірадифурон-дифлуороетиламінофуранону.

У сечі виявляються переважно флупірадифурон (47,7 %) та основні метаболіти – дифлуорооцтова кислота, флупірадифурон-дифлуороетиламінофуранон (1–5 %).

Флупірадифурону не властива кумуляція, ретенція і персистування в організмі.

Токсикокінетика флупірадифурону у плазмі крові досліджена на щурах, які отримували речовину з кормом у концентрації 400 ppm (22,6 мг/кг – самці і 32,4 мг/кг – самки) протягом 7 днів. Концентрація речовини в плазмі крові суттєво не розрізнялась у самців і самок (відповідно – 7,8–8,3 мг/л та 8,8–9,4 мг/л).

Хронічна інтоксикація у щурів характеризувалась невираженою анемією і гепатотоксичними ефектами (зниженням концентрації глюкози і білірубіна, підвищенням концентрації холестерину у сироватці крові, гіпертрофією гепатоцитів, зниженням запасів глікогену в гепатоцитах. Також у щитовидній залозі самців спостерігалися гіпертрофія і пігментація фолікулярних клітин, випадки пошкодження колоїду. Дані зміни щитовидної залози не є токсикологічно значущими, оскільки їх вираженість була мінімальною, виявлялися тільки у самців і спостерігалися у контрольних тварин. NOAEL для щурів – 400 ppm (15,8 мг/кг для самців і 22,5 мг/кг для самок).

За хронічного впливу флупірадифурону на організм мишей відзначалася невиражена гепатотоксична та нефротоксична дія (зниження абсолютної і відносної маси печінки і нирок, у печінці – у деяких тварин виявлено макровакуолізацію гепатоцитів у самців; у нирках – кортикальну мінералізацію, базofilію клітин каналців). NOAEL для мишей – 300 ppm (43 мг/кг для самців і 53 мг/кг для самок).

Основним показником токсичної дії флупірадифурону на організм собак було зниження маси тіла і мінімально виражена дегенерація м'язових волокон литкового м'яза і двоголового м'яза стегна. NOAEL для собак – 300 ppm (7,8 мг / кг для самців і самок).

Основними органами-мішенями токсичної дії флупірадифурону для щурів є печінка і щитовидна залоза, мишей – печінка і нирки, собак – скелетні м'язи, нирки і печінка. Флупірадифурон є індуктором цитохрому P - 450.

Вибіркової дії флупірадифурону на нервову систему не виявлено.

За гострої однократної дії NOAEL флупірадифурону для щурів за нейротоксичною дією – 50 мг/кг. NOAEL за нейротоксичністю у субхронічному експерименті для щурів – 2500 ppm (143 мг/кг для самців і 173 мг/кг для самок). При дослідженні нейротоксичності для розвитку потомства щурів встановлений NOAEL на рівні 500 ppm (42,4 мг/кг).

Флупірадифурон не володіє мутагенною дією і канцерогенною активністю. NOEL флупірадифурону для вагітних самок щурів – 15 мг/кг і NOAEL для розвитку плодів – 15 мг/кг, NOEL для вагітних самок кроликів – 15 мг/кг і NOAEL для розвитку плодів – 7,5 мг/кг. NOAEL за репродуктивною та системною токсичністю для щурів у тесті 2-х поколінь – 100 ppm (6,4 мг/кг для самців і 7,7 мг/кг для самок). За тератогенною активністю, ембріо- і репродуктивною токсичністю флупірадифурон відноситься до 3-го класу небезпечності. Мутагенною та канцерогенною активністю – до 4-го класу небезпечності.

Метаболіти флупірадифурону – дифлуорооцтова кислота, флупірадифурон-дифлуороетиламінофуранон, (6-хлоро-3-піридил)метанол, 6-хлоронікотинова кислота, флупірадифурон-амінофуранон та флупірадифураноцтова кислота є помірно- або малотоксичними речовинами. За багаторазового надходження до організму характер їхньої токсичності схожий на дію флупірадифурону, не володіють мутагенною активністю.

Виходячи з лімітуючого NOAEL флупірадифуруну з репродуктивної та системної токсичності для щурів у тесті 2-х поколінь – 6,4 мг/кг для самців і коефіцієнта запасу 300, рекомендована та затверджена в Україні ДСД для людини на рівні 0,02 мг/кг.

Метаболізм флупірадифуруну вивчався на цільових рослинах (яблуна, бавовна, рис, томати і картопля) за різних технологій застосування (обприскування рослин і ґрунту, обробка бульб та внесення в ґрунт у вигляді гранул), а також у культурах подальших ротацій. Дослідження проводили з використанням ¹⁴C-флупірадифуруну міченого за піридинільною або фураноною частиною. Також використовувалася мітка за дифлуорооцтовою кислотою при внесенні флупірадифуруну в ґрунт.

Метаболізм речовини був подібним для всіх груп рослин. Основним компонентом розпаду піридинільної частини молекули був флупірадифурун (25-88 % від внесеної концентрації). Метаболіти, які вміщують фуранонову частину, практично не виявлялись, і основними компонентами були природні глюкозидні і вуглеводні компоненти, що вказує на широку деградацію аналога фуранону.

У лабораторних дослідженнях з вивчення аеробної деградації флупірадифуруну у стандартних умовах при 20 °C у різних ґрунтах встановлено, що T₅₀ речовини в середньому становить 73 дні. Основними метаболітами є дифлуорооцтова кислота (максимально – 33,9 %) та 6-хлоронікотинова кислота (максимально – 17,1 %). T₅₀ яких дорівнює відповідно – 45-75 днів та 2-37 днів. У подальшому утворюються CO₂ (максимально – 59 %) та залишки, що не екстрагуються (максимально – 34 %). В анаеробних умовах у ґрунті флупірадифурун стабільний і деградація проходить в основному за рахунок фотолізу.

Розрахункові величини T₅₀ флупірадифуруну в ґрунті в польових умовах: Німеччина – 39-43 дні, Італія – 8 днів, Іспанія – 23 дні.

Таким чином, за показником «стабільність у ґрунті» відповідно до ДСанПіН

8.8.1.002-98 флупірадифурун може бути віднесений до пестицидів 2 класу небезпечності (стійкий у ґрунті).

Дослідження десорбції та адсорбції флупірадифуруну у ґрунтах показали, що флупірадифурун відноситься до речовин з помірною мобільністю у ґрунті, метаболіт дифторооцтова кислота – до речовин з високою мобільністю у ґрунті та метаболіт 6-хлоронікотинова кислота – до речовин з помірною мобільністю у ґрунті. Розрахунки можливості міграції флупірадифуруну та його двох метаболітів у ґрунтові води показали, що їхня міграція не прогнозується на рівні не вище 0,0001 мг/дм³.

Флупірадифурун стабільний до гідролізу в діапазоні всіх рН. Швидше деградує за рахунок фотолізу. Деградація в буферному розчині і стерильній природній воді – T₅₀ – 2,7 днів. В аеробній системі "вода/осад" речовина знаходиться в основному у водній фазі та слабо деградує. T₅₀ у системі в цілому – 190-250 днів.

Наведені дані дозволяють відповідно до (ДСанПіН 8.8.1.002-98) віднести флупірадифурун за показником "стабільність у воді" до пестицидів 1-го класу небезпечності (високостійкий у воді).

Дифлуорооцтова кислота утворюється у водній системі (6 %) з подальшою мінералізацією до CO₂ (8,5 % за 120 днів). Залишки, що не екстрагуються, накопичуються в осаді (до 25 %). У водній фазі метаболіт слабо деградує до CO₂ (25 %) і залишків, що не екстрагуються (16 %).

Інсектицид Сіванто Прайм 200 SL, РК (д.р. – флупірадифурун, 200 г/л) проходив випробування в Україні для захисту виноградників з максимальною нормою витрати 0,5 л/га (норма витрати д.р. – 100 г/га) двократно, яблунь та груш з максимальною нормою витрати 1,0 л/га (норма витрати д.р. – 200 г/га) двократно, капусти з максимальною нормою витрати 0,7 л/га (норма витрати д.р. – 140 г/га) трикратно. Одним із завдань досліджень було обґрунтування величин МДР вмісту залишкових кількостей флупірадифуруну у винограді, яблуках, грушах та соках з них, капусті. Для

цього був проведений попередній розрахунок безпечного рівня вмісту флупірадифуруну в харчовому раціоні, виходячи з величини його ДДД.

За величини ДДД, що дорівнює 0,02 мг/кг, допустиме добове надходження флупірадифуруну до організму людини становить 1,2 мг/добу. Згідно з принципами комплексного гігієнічного нормування допускається, що в організм людини з харчовим раціоном може надійти до 70 % речовини, що визначається в усіх середовищах [3]. З огляду на це, розрахункове безпечне надходження флупірадифуруну з харчовим раціоном становить 0,84 мг/добу.

Дослідження (Одеська область) фактичного вмісту флупірадифуруну в ягодах винограду сорту «Ізабелла» показали, що залишкові кількості діючої речовини становили 0,083 мг/кг у день після другої обробки, на 6 добу – 0,043 мг/кг, 14 добу – 0,034 мг/кг, 28 добу – менше 0,02 мг/кг. У врожаї винограду (48 доба після останньої обробки) флупірадифурун не виявлений на рівні межі виявлення (МВ) методом ВЕРХ – 0,07 мг/кг. У ягодах врожаю винограду з інших ділянок на 77 добу після обробки і в соку з них флупірадифурун не виявлений. В урожаї винограду сорту «Мускат Одеський» (77 доба

після другої обробки) флупірадифурун не виявлений на рівні МВ методом ВЕРХ. У виноградному соку, отриманому з урожаю ягід винограду, флупірадифурун не виявлений на рівні МВ методом ВЕРХ – 0,003 мг/кг.

Одержані результати досліджень у Київській та Одеській областях свідчать про те, що в яблуках сорту «Айдаред» флупірадифурун виявлено в день після другої обробки в кількостях 0,41 мг/кг, на 7 добу – 0,029 мг/кг, 14 добу – 0,02 мг/кг, 28 добу – 0,019 мг/кг. В урожаї яблук сорту «Айдаред» (103 доба після останньої обробки) та сорту «Голден Делішес» (128 доба після останньої обробки) флупірадифурун не виявлено на рівні МВ методом ВЕРХ – 0,007 мг/кг. У яблучному соку, отриманому з урожаю яблук, флупірадифурун не виявлено на рівні МВ методом ВЕРХ – 0,003 мг/кг.

Динаміка розпаду флупірадифуруну в яблуках та винограді приведена на рис. 1.

В урожаї груш сорту «Стар Кримсон» (42 доба після другої обробки) та соку з них, флупірадифурун не виявлено на рівні МВ методом ВЕРХ відповідно – 0,007 мг/кг та 0,003 мг/кг.

Проведені дослідження у Київській області на капусті сорту «Агресор» показали, що в листях вміст флупірадифуруну в

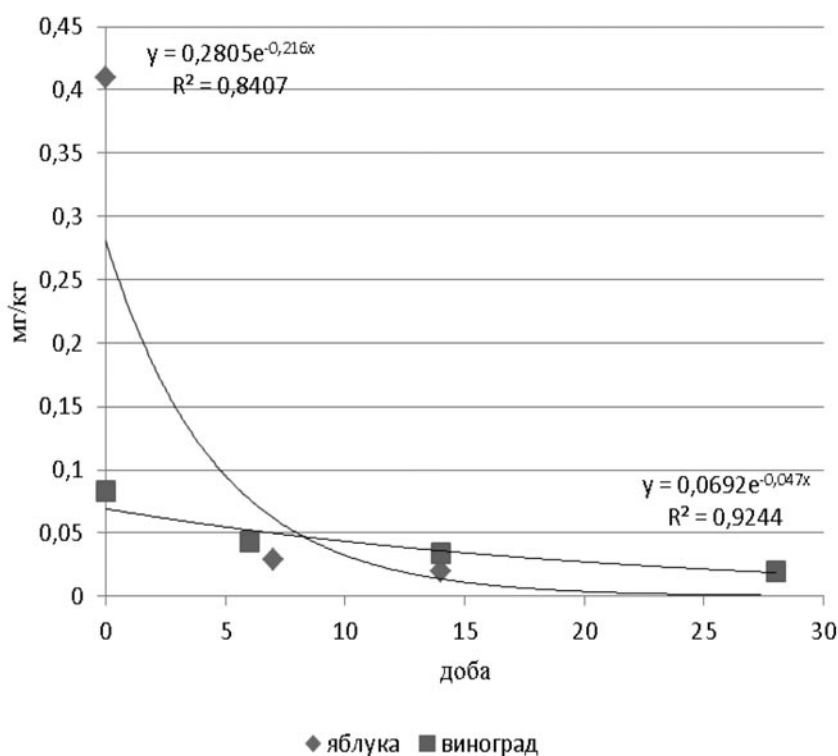


Рис. 1. Динаміка розпаду флупірадифуруну в яблуках та винограді

день після третьої обробки становив 3,3 мг/кг, 8 добу – 0,38 мг/кг, 14 добу – 0,052 мг/кг, 28 добу – 0,011 мг/кг. У качанах капусти на 50 добу після обробки (врожай) флупірадифурон не виявлено на рівні МВ методом ВЕРХ – 0,003 мг/кг.

У листях капусти сорту «Експрес» у Київській області флупірадифурон визначено в день після третьої обробки на рівні 3,8 мг/кг, на 7 добу – 0,05 мг/кг, 14-у добу – 0,025 мг/кг. У качанах капусти під час збору врожаю (28 доба після обробки) діючу речовину інсектициду не виявлено на рівні МВ методом ВЕРХ.

Динаміка розпаду флупірадифурону в капусті приведена на рис. 2.

В ЄС для флупірадифурону встановлені наступні величини максимально доступних рівнів (MRL), мг/кг: виноград – 0,8, яблука – 0,4, груші – 0,4, капуста – 0,01 (на рівні МКВ).

На підставі токсиколого-гігієнічної оцінки препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК та діючої речовини, результатів досліджень вмісту флупірадифурону в ягодах винограду, яблуках, грушах та соках з них, капусті, а також керуючись загальноприйнятими в практиці гігієнічного нормування методичними підходами з урахуванням величин MRL в яблуках і грушах для держав-членів ЄС, рекомендовані та затверджені величини МДР флупірадифурону, які приведені в табл. 2.

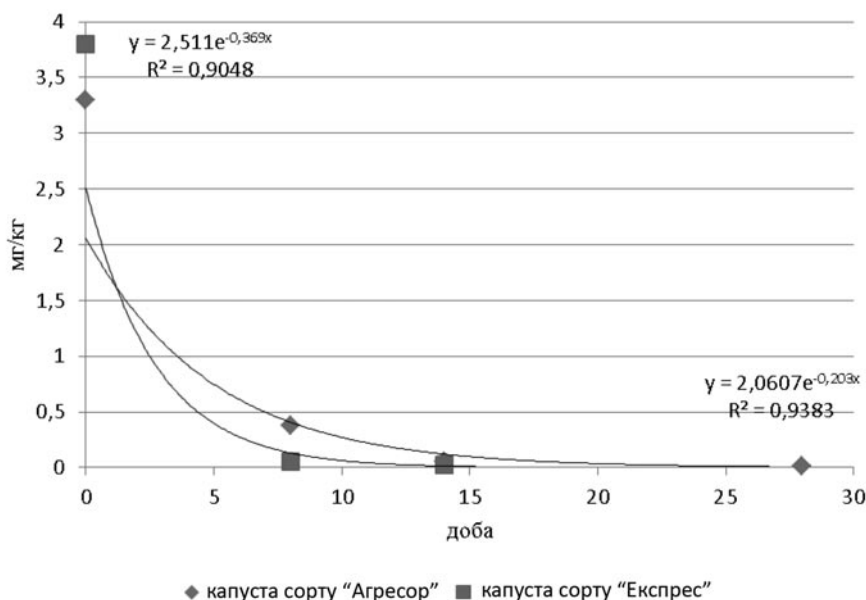


Рис. 2. Динаміка розпаду флупірадифурону в капусті

Таблиця 2

Максимально допустимі рівні (МДР) залишкових кількостей та межі кількісного визначення (МКВ) флупірадифурону в ягодах винограду, яблуках, грушах та соках з них, капусті

Назва	МДР, мг/кг	МКВ методом ВЕРХ, мг/кг
Виноград	0,4	0,02
Виноградний сік	0,01	0,01
Яблука	0,4	0,02
Яблучний сік	0,01	0,01
Груші	0,4	0,02
Грушевий сік	0,01	0,01
Капуста	0,02	0,01

У разі дотримання зазначених гігієнічних нормативів відповідно до [3] можливе добове надходження флупірадифуруну до організму людини з виноградом, яблуками, грушами та соками з них, капустою становить 5,9 % від рівня безпечного надходження речовини з харчовим раціоном (4,2 % від його допустимого добового надходження). Встановлено терміни очікування до збору врожаю винограду, яблук, груш – 14 днів, капусти – 28 днів.

Використовуючи одержані дані натурних досліджень та рівняння першого порядку [15-17], було розраховано константу швидкості розпаду (k) та період напіврозпаду (T_{50}) флупірадифуруну для яблук, винограду та капусти та оцінено за показником стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах та сільськогосподарській сировині згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 (табл. 3).

Розраховані періоди напіврозпаду (T_{50}) становлять: для яблук – 5 діб, ягід винограду – 15 діб, капусти – 2–3 доби. Отримані дані, відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98) за показником «стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах та сільськогосподарській сировині», дозволяють віднести стійкість флупірадифуруну у винограді до 2 класу небезпечності, яблуках – до 3 класу небезпечності, капусті – до 4 класу небезпечності.

Ймовірна концентрація флупірадифуруну у сільськогосподарських культурах після терміну очікування до збору врожаю була

розрахована за наступною формулою та порівняна з фактично отриманою:

$$C_t = C_0 T^{-kt}$$

де C_t – вміст речовини в період часу, мг/кг

C_0 – початкова концентрація речовини в ґрунті, мг/кг

k – константа швидкості розпаду

t – час, доба

1 – основа натурального логарифму (2,73)

Згідно з розрахунковими даними, кількість флупірадифуруну, яка може бути в ягодах винограду на 14 добу після обробки (встановлений термін очікування до збору врожаю) становить 0,04 мг/кг, в той же час за результатами польових досліджень – 0,034 мг/кг). Дані величини не перевищують гігієнічний норматив для винограду – 0,4 мг/кг.

Для яблук ймовірна кількість флупірадифуруну на 14 добу (термін очікування до збору врожаю) становить 0,02 мг/кг (за результатами польових досліджень – 0,02 мг/кг), для капусти на 28 добу – від 0,001 мг/кг до 0,01 мг/кг (за результатами польових досліджень – 0,011 мг/кг та на рівні МВ методом ВЕРХ – 0,003 мг/кг).

Таким чином, розрахункові величини залишкових кількостей діючої речовини у ягодах винограду, яблуках та капусті повністю відповідають одержаним експериментальним даним та задовольняють встановлені терміни очікування до збору врожаю.

Таблиця 2

Максимально допустимі рівні (МДР) залишкових кількостей та межі кількісного визначення (МКВ) флупірадифуруну в ягодах винограду, яблуках, грушах, соках з них та капусті

Культура	$y = a\beta x$	R^2	$k, \text{ доба}^{-1}$	$T_{50}, \text{ доба}$	$T_{90}, \text{ доба}$	Клас небезпечності згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98
Яблука	$y = 0,2805e^{-0,216x}$	0,84	0,216	5	11	3
Виноград	$y = 0,0692e^{-0,047x}$	0,92	0,047	15	49	2
Капуста	$y = 2,0607e^{-0,203x}$	0,94	0,203	3	11	4
	$y = 2,511e^{-0,369x}$	0,90	0,369	2	6	4

Обґрунтовано величини ОБРВ флупірадифуруну в повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць [3, 10-12]. Для розрахунку величини ОБРВ флупірадифуруну в повітрі робочої зони використано параметри його гострої токсичності за перорального, дермального та інгаляційного надходження до організму та розрахункова порогова концентрація для піддослідних тварин за хронічного інгаляційного впливу. Рекомендована і затверджена величина ОБРВ флупірадифуруну в повітрі робочої зони на рівні $1,0 \text{ мг/м}^3$ (МКВ методом ВЕРХ – $0,1 \text{ мг/м}^3$). Для розрахунку величини ОБРВ флупірадифуруну в атмосферному повітрі населених місць використані кореляційні зв'язки між ГДК хімічних речовин для атмосферного повітря та ГДК для повітря робочої зони, величини ЛД₅₀ і ЛК₅₀. Рекомендована і затверджена величина ОБРВ флупірадифуруну в атмосферному повітрі населених місць на рівні $0,01 \text{ мг/м}^3$ (МКВ методом ВЕРХ – $0,005 \text{ мг/м}^3$).

Обґрунтування гранично допустимої концентрації флупірадифуруну у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення проводили за такими основними напрямками [3,13,14] – вивчення впливу діючої речовини на органолептичні властивості води і загальний санітарний режим водойм, визначення максимально недіючої концентрації флупірадифуруну у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості.

Пороговою концентрацією за впливом флупірадифуруну на запах є концентрація речовини на рівні $29,34 \text{ мг/дм}^3$. Порогові концентрації речовини щодо впливу на кольоровість, каламутність та здатність водних розчинів до піноутворення знаходилися вище 3100 мг/дм^3 (межа розчинності). Таким чином, пороговою концентрацією за впливом на органолептичні властивості води є концентрація флупірадифуруну на рівні $29,34 \text{ мг/дм}^3$.

Для оцінки впливу флупірадифуруну на загальний санітарний режим водойм вивчали характер та інтенсивність біохімічного споживання кисню (БСК) – як найбільш

значимого показника здатності водойми до самоочищення від органічного забруднення, вміст розчиненого кисню, стан процесів амоніфікації і нітрифікації азотовмісних органічних речовин, реакцію (рН) водного середовища, динаміку розвитку і відмирання водної сапрофітної мікрофлори. Дослідження проводились з флупірадифуруном у концентраціях – $0,2 \text{ мг/дм}^3$, $0,02 \text{ мг/дм}^3$ і $0,002 \text{ мг/дм}^3$. Ця речовина в усіх концентраціях стимулює процеси БСК. Порогова концентрація флупірадифуруну щодо впливу на процеси БСК становила $0,002 \text{ мг/дм}^3$. Вплив флупірадифуруну на вміст розчиненого кисню у воді водойм був незначним. Його вміст на рівні $0,002 \text{ мг/дм}^3$ може бути прийнятий в якості порогової концентрації за впливом на процеси амоніфікації і нітрифікації. Флупірадифурун не впливав на рН водного середовища. Результати мікробіологічних досліджень показали, що концентрація $0,02 \text{ мг/дм}^3$ є пороговою за впливом флупірадифуруну на динаміку розвитку і відмирання водної сапрофітної мікрофлори.

Таким чином, пороговою концентрацією флупірадифуруну за впливом на загальний санітарний режим водойм є концентрація $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

Під час розрахунку максимально недіючої концентрації флупірадифуруну у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості виходили з величини ДДД флупірадифуруну – $0,02 \text{ мг/кг}$, маси тіла людини – 60 кг , середньодобового споживання води на рівні 3 літрів і 10% від допустимого добового надходження речовини до організму людини з водою у відповідності з основними положеннями [14]. У результаті розрахунків отримана величина максимально недіючої концентрації флупірадифуруну на рівні $0,04 \text{ мг/дм}^3$.

На підставі порогових і підпорогових рівнів, встановлених за основними показниками шкідливості, проведено обґрунтування ГДК флупірадифуруну у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення. Аналіз отриманих даних дозволив зробити висновок, що лімітуючою ознакою несприятливої дії флупі-

радифуруну є загальносанітарна. В якості ГДК флупірадифуруну у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення рекомендована і затверджена концентрація $0,002 \text{ мг/дм}^3$ (лімітуюча ознака шкідливості – загальносанітарна). Межа його кількісного визначення у воді методом ВЕРХ становить $0,002 \text{ мг/дм}^3$.

У зв'язку з тим, що флупірадифурун за показником «стабільність у ґрунті» відноситься до пестицидів 2-го класу небезпечності, проведено розрахункове обґрунтування величини орієнтовної допустимої його концентрації в ґрунті [16]. Під час розрахунків використовували величину МДР флупірадифуруну в капусті – $0,02 \text{ мг/кг}$, що дозволило рекомендувати ОДК флупірадифуруну в ґрунті на рівні $0,4 \text{ мг/кг}$. Межа кількісного визначення методом ВЕРХ становить $0,02 \text{ мг/кг}$. Вказана величина затверджена офіційно.

Попередня оцінка безпеки впливу флупірадифуруну на робітників, що його застосовують, свідчила про те, що речовина має достатню вибірковість дії (КВДд склав 617, КВДі – 230), тобто максимальна ефективна норма його витрати в сотні разів нижча за середні смертельні дози і концентрації при надходженні речовини на шкіру і через дихальні шляхи.

Проведені дослідження безпеки впливу препарату Сіванто Прайм 200 SL, РК на сільськогосподарських робітників і населення в період та після його застосування (штангове обприскування капусти з нормою витрати $0,7 \text{ л/га}$ - робочої рідини 300 л/га , вентиляторне обприскування яблунь з нормою витрати $1,0 \text{ л/га}$ – робочої рідини 1000 л/га). Отримані результати показали, що у повітрі зони дихання заправника і тракториста у повітрі зони можливого знесення аерозолу препарату на відстані 300 м від межі ділянки (штангове обприскування) та на відстані 500 м від межі ділянки (вентиляторне обприскування) під час обробки, через 1 годину, 3 і 7 діб після обприскування, флупірадифурун не виявлявся (МВ флупірадифуруну методом ВЕРХ у повітрі робочої зони – $0,02 \text{ мг/м}^3$ і атмосферному повітрі –

$0,001 \text{ мг/м}^3$). У ґрунті обробленої ділянки після штангового обприскування вміст флупірадифуруну через 3 доби після обробки склав $0,51 \text{ мг/кг}$ при величині ОДК – $0,4 \text{ мг/кг}$. Через 7 діб після обробки речовина в ґрунті не виявлялась на рівні МВ методом ВЕРХ – $0,005 \text{ мг/кг}$. Проведені розрахунки показали, що кількість флупірадифуруну, яка може впливати на працюючих у разі контакту з обробленою культурою через 7 діб є токсикологічно незначною. Після вентиляторного обприскування у ґрунті обробленої ділянки через 3 доби та 7 діб після обприскування вміст флупірадифуруну не перевищував величину його ОДК у ґрунті. У ґрунті в межі санітарно-захисної зони (300 м та 500 м) через 1 годину після обробки діюча речовина не виявлялась на рівні МВ.

Відповідно до МР 8.8.1.4-162-2009 [19] і результатів досліджень розраховані можливі експозиційні інгаляційні (Ді) і дермальні (Дд) дози (мг д.р./кг маси тіла), які впливали на заправника і тракториста протягом робочої зміни (4 години); обґрунтовані орієнтовні допустимі інгаляційні (ДДі) і дермальні (ДДд) дози флупірадифуруну для робітників (мг д.р./кг маси тіла на день). $\text{ДДі} = 0,1$ та $\text{ДДд} = 0,36$. Результати порівняння можливих експозиційних і орієнтовних допустимих доз свідчать про те, що коефіцієнти і індекси безпеки (ризик) комплексного впливу флупірадифуруну на робочих були нижче допустимого рівня.

Висновки

1. Флупірадифурун і препарат Сіванто Прайм 200 SL, РК відносяться до пестицидів 2-го класу небезпечності за лімітуючим критерієм шкідливості – гострою інгаляційною токсичністю. Основними органами-мішенями токсичної дії флупірадифуруну для щурів є печінка і щитовидна залоза, для мишей – печінка і нирки, для собак – скелетні м'язи, нирки і печінка.

Флупірадифурун не володіє мутагенною дією і канцерогенною активністю; за тератогенною активністю, ембріо- і репродуктивною токсичністю відноситься до пестицидів 3-го класу небезпечності.

2. Для попередження можливості негативного впливу на здоров'я людей і на якість довкілля обґрунтовані ДД та гігієнічні нормативи флупірадифуруну:

ДД – 0,02 мг/кг маси тіла/день.

МДР, мг/кг: виноград – 0,4 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02), виноградний сік – 0,01 (МКВ методом ВЕРХ – 0,01), яблука – 0,4 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02), яблучний сік – 0,01 (МКВ методом ВЕРХ – 0,01), груші – 0,4 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02), грушевий сік – 0,01 (МКВ методом ВЕРХ – 0,01), капуста – 0,02 (МКВ методом ВЕРХ – 0,01).

ОБРВ у повітрі робочої зони, мг/м³: 1,0 (МКВ методом ВЕРХ – 0,1).

ОБРВ в атмосферному повітрі, мг/м³: 0,01 (МКВ методом ВЕРХ – 0005).

ГДК у воді водойм, мг/дм³: 0,002, загальносанітарний (МКВ методом ВЕРХ – 0,002).

ОДК у ґрунті, мг/кг: 0,4 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02).

3. У разі дотримання діючих правил поводження з пестицидами рівні вмісту флупірадифуруну у виробничому середовищі, а також його зовнішнього інгаляційного і дермального впливу достатньо безпечні

для сільськогосподарських робітників, зайнятих застосуванням інсектициду Сіванто Прайм 200 SL, РК. Встановлені для умов агропромислової галузі санітарно-захисні зони забезпечують безпеку наземного застосування препарату для населення і об'єктів навколишнього середовища; у разі виконання механізованих робіт на оброблених площах виробниче середовище безпечне через 3 доби, ручних робіт – через 7 діб після обприскування.

Флупірадифурун не виявлено в урожаї винограду, яблук, груш та соках з них, капусті на рівні межі методів виявлення. Після застосування інсектициду терміни очікування до збору врожаю становлять: виноград, яблука, груші – 14 днів, капуста – 28 днів.

4. З токсиколого-гігієнічних позицій немає заперечень проти постійної реєстрації в Україні інсектициду Сіванто Прайм 200 SL, РК (д.р. – флупірадифурун, 200 г/л) на виноградниках з максимальною нормою витрати 0,5 л/га двократно, на яблунях і грушах з максимальною нормою витрати 1,0 л/га двократно; на капусті з максимальною нормою витрати 0,7 л/га трикратно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flupyradifurone. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy // EFSA Journal 2015. – №13(2). – P.4020.
2. A. World Compendium The Pesticide Manual Fifteenth Edition Editor: CDS Tomlin. Flupiradifuron. – BCPS. – 2015. – P. 528–529.
3. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: утв. МЗ СССР 13.03.87 №4263-87. – Киев, 1988. – 210 с.
4. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПІН 8.8.1.002-98 затв. МОЗ України 28.09.98 №2. – Київ, 1998 – 20 с.
5. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME. – 1986.
6. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: утв. Минздрава СССР 21.08.1979 №2051-79. – Москва: Минздрав СССР, 1980. – 40 с.
7. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну у винограді та виноградному соку методом високоефективної рідинної хроматографії: №1571-2018 від 06.07.2018., затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).
8. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну в яблуках, грушах, яблучному та грушевому соках методом високоефективної рідинної хроматографії: №1570-2018 від 06.07.2018, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).
9. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну в капусті методом високоефективної рідинної хроматографії: №1568-2018 від 06.07.2018., затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).
10. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны: утв. МЗ СССР 04.04.80 №2163-80. – Москва, 1981. – 20 с.
11. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны: утв. МЗ СССР 04.11.85 №4000-85. – Москва, 1985. – 34 с.
12. Методичні вказівки «Обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць», МВ 2.2.6.-111-2004, затв. МОЗ України 07.10.04 №485. – Київ, 2004. – 33 с.
13. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов: утв. МЗ СССР 15.04.75 №1296-75. – Москва, 1976. – 78 с.

14. Guidelines for drinking-water quality. Second Edition. Geneva: WHO, 1993 – V. 1; 1996. – V. 2; 1997. – V. 3.
15. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну у воді методом високоефективної рідинної хроматографії: №1572-2018 від 06.07.2018, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).
16. Временные методические указания по применению расчетного метода обоснования ориентировочных допустимых концентраций (ОДК) пестицидов в почве. Утв. МЗ СССР 14.01.1981 г. №2283-81. – Москва: Минздрав СССР, 1982. – 6 с.
17. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії: №1567-2018 від 06.07.2018, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).
18. Сергеев С.Г. Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия /С.Г.Сергеев, Ю.Г.Чайка//Сучасні проблеми токсикології. – 2008. – №4. – С. 29–31.
19. Методичні рекомендації «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: МР 8.8.1.4-162-2009, затв. МОЗ України 13.05.2009 №324 – Київ, 2009. – 32 с.
20. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії: №1569-2018 від 06.07.2018, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18).

REFERENCES

1. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flupyradifurone. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy// EFSA Journal 2015;13(2):4020.
2. A. World Compendium The Pesticide Manual Fifteenth Edition Editor: CDS Tomlin. Flupiradifuron. – BCPS. – 2015 – P. 528-529.
3. Metodicheskie ukazaniya po gigienicheskoi otsenke novykh pestitsidov [Guidelines on Hygienic Evaluation of New Pesticides]: MU № 4263-87. – Kiev, 1988 : 210 p. (in Russian).
4. Hihienichna klasyfikaciya pestydydiv za stupenem nebezpechnosti: DSanPiN 8.8.1.002_98 [Hygienic Classification of Pesticides by the Level of Safety: State Sanitary Rules and Norms 8.8.1.002_98]. Kyiv; 1998: 20 p. (in Ukrainian).
5. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME. – 1986.
6. Unifitsirovannye pravila otbora prob sel'skokhozyaystvennoy produktsii, produktov pitaniya i ob'ektov okruzhayushchey sredi dlya opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov [Uniform rules for the sampling of agricultural products, food and environmental objects for the determination of micro-quantities of pesticides]. Moscow, Minzdrav Pub., 1980 – 40 p. (in Russian).
7. Metodichni vказivky z vyznachennya flupiradyfuronu u vynohradi ta vynohradnomu soku metodom vysokoefektyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1571-2018 vid 06.07.2018., zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (Nakaz #246 vid 06.07.18).
8. Metodichni vказivky z vyznachennya flupiradyfuronu v yablukakh, hrushakh, yabluchnomu ta hrushevomu sokakh metodom vysokoefektyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1570-2018 vid 06.07.2018, zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (Nakaz #246 vid 06.07.18).
9. Metodichni vказivky z vyznachennya flupiradyfuronu v kapusti metodom vysokoefektyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1568-2018 vid 06.07.2018., zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (Nakaz #246 vid 06.07.18).
10. Metodicheskie ukazaniya k postanovke issledovaniy dlya obosnovaniya sanitarnykh standartov vrednykh veshchestv v vozdukhre rabochey zony: utv. MZ SSSR 04.04.80 №2163-80. – Moskva, 1981. – 20 s.
11. Metodicheskie ukazaniya po ustanovleniyu orientirovochnykh bezopasnykh urovney vozdeystviya vrednykh veshchestv v vozdukhre rabochey zony: utv. MZ SSSR 04.11.85 №4000-85.-Moskva, 1985.-34 s.
12. Metodichni vказivky «Obruntovannya oriyentovnykh bezpechnykh rivniv vplyvu (OBRV) khimichnykh rechovyv v atmosfernomu povitri naselenykh mist'», MV 2.2.6.-111-2004 zatv. MOZ Ukrayiny 07.10.04 #485. – Kyuyiv, 2004.– 33 s.
13. Metodicheskie ukazaniya po razrabotke i nauchnomu obosnovaniyu predel'no dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vode vodoemov: utv. MZ SSSR 15.04.75 №1296-75. – Moskva. 1976. – 78 s.
14. Guidelines for drinking-water quality. Second Edition. Geneva: WHO, 1993 – Vol. 1; 1996. – Vol. 2; 1997. – Vol. 3.
15. Методичні вказівки з визначення флупірадифуруну у воді методом високоефективної рідинної хроматографії: №1572-2018 від 06.07.2018, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №246 від 06.07.18). Metodichni vказivky z vyznachennya flupiradyfuronu u vodi metodom vysokoefektyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1572-2018 vid 06.07.2018, zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (Nakaz #246 vid 06.07.18).
16. Vremennyye metodicheskie ukazaniya po primeneniyu raschetnogo metoda obosnovaniya orientirovochnykh dopustimykh kontsentratsii (ODK) pestitsidov v pochve. Utv. MZ SSSR 14.01.1981 g. №2283-81.-Moskva: Minzdrav SSSR.1982 – 6 s.
17. Metodichni vказivky z vyznachennya flupiradyfuronu v hrunti metodom vysokoefektyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1567-2018 vid 06.07.2018, zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (Nakaz #246 vid 06.07.18).
18. Sergeev S.G. Otsenka vozmozhnosti vzniknoveniya ostrykh toksicheskikh effektov pri rabote s pestitsidami s uchetom ikh izbiratel'nosti deistviya /S.G.Sergeev, Yu.G.Chaika//Suchasni problemi toksikologii. – 2008. – №4. – С. 29-31.
19. Metodichni rekomendatsiyi «Vyvchennya, otsinka i zmenshennya ryzyku inhalyatsiynoho i perkutannoho vplyvu pestytsydiv na osib, yaki pratsuyut' z nymy abo mozhut' zaznavaty vplyvu pid chas i pisllya khimichnoho zakhystu roslin ta inshykh ob'yektiv”: MR 8.8.1.4-162-2009 [Methodical recommendations "Study, assessment and

reduction of the risk of inhalation 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": MR 8.8.1.4-162-2009] Kyiv, MOZ Ukrainy Pub., 33 p. (in Ukrainian).

20. Metodichni vkazivky z vyznachennya flupiradyfuronu v povitri robochoyi zony ta atmosferному povitri metodom vysokoeфекtyvnoyi ridynnoyi khromatohrafiyi: #1569-2018 vid 06.07.2018, zatv. Ministerstvom ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz #246 vid 06.07.18).

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ
ФЛУПИРАДИФУРОНА И ОБОСНОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТОВ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА НА
ЕГО ОСНОВЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИНОГРАДНИКОВ, ЯБЛОНЬ, ГРУШ И КАПУСТЫ**

*А.П. Кравчук, В.И. Медведев, П.Г., Жминько, А.П. Гринько, С.Г. Сергеев,
Е.Н. Багацкая, О.П. Васецкая, Е.В. Федченко, Г.В. Зварич, И.П. Павленко, В.Г. Лишавский, С.И. Ющук*
ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И.Медведа
МЗ Украины», г. Киев, Украина

РЕЗЮМЕ. Флупирадифурон – инсектицид, рекомендованный для защиты винограда, яблони, груши и капусты в сельском хозяйстве. Для государственной регистрации в Украине проведена токсиколого-гигиеническая оценка флупирадифурона и его инсектицидного препарата Сиванто Прайм 200 SL, РК. Допустимая суточная доза флупирадифурона для человека обоснована на уровне 0,02 мг/кг; разработаны гигиенические нормативы флупирадифурона и регламенты безопасного применения инсектицида Сиванто Прайм 200 SL, РК в сельском хозяйстве.

Цель. Токсиколого-гигиеническая оценка флупирадифурона и его инсектицидного препарата, оценка риска воздействия на сельскохозяйственных работников и населения.

Методы. Экспертно-аналитические, токсикологические, физико-химические, статистические и гигиенические.

Результаты. На основе параметров острой токсичности для различных путей воздействия флупирадифурон и инсектицид Сиванто Прайм 200 SL, РК классифицируются как опасные (II класс). Долгосрочные эффекты (канцерогенность, мутагенность и тератогенность, токсичность для репродуктивной функции и развития) не являются лимитирующим критериями при оценке опасности флупирадифурона.

Данные полевых испытаний показали, что остатки флупирадифурона не обнаружены в винограде, яблоках, грушах и капусте во время уборки урожая. Степень профессионального риска при воздействии флупирадифурона на организм рабочих ингаляционным путем и через кожу не превышала допустимого уровня.

Вывод. Применение инсектицида Сиванто Прайм 200 SL, РК на основе флупирадифурона для защиты виноградников, яблони, груши и капусты в соответствии с сельскохозяйственными и гигиеническими нормами и регламентами не приведет к загрязнению сельскохозяйственной продукции и объектов окружающей среды и будет безопасным для населения.

Ключевые слова: инсектицид, флупирадифурон, токсикологические свойства, гигиенические нормы и регламенты, оценка опасности.

**HYGIENIC RATIONING OF FLUPYRADIFURONE AND JUSTIFICATION OF SAFE USE REGULATIONS
OF FLUPYRADIFURONE-BASED INSECTICIDE TO PROTECT VINEYARDS, APPLE, PEAR TREES AND CABBAGE**

*O. Kravchuk, V. Medvediev, P. Zhminko, A. Hrinko, S. Serhieiev,
O. Bahatska, O. Vasetska, O. Fedchenko, H. Zvarych, I. Pavlenko, V. Lyshavskiyi, S. Yushchuk*
State Enterprise "L. I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology,
Food and Chemical Safety", Ministry of Health of Ukraine, Kyiv

ABSTRACT. Flupyradifurone is an insecticide recommended to protect vineyards, apple, pear trees and cabbage in agriculture. For the state registration in Ukraine, toxicological and hygienic assessment of flupyradifurone and its insecticidal product Sivanto Prime 200 SL was performed. Acceptable daily intake of flupyradifurone for human was justified at the level of 0.02 mg/kg; hygienic standards for flupyradifurone and regulations for the safe use of insecticide Sivanto Prime 200 SL, in agriculture were developed.

Objective. Toxicological and hygienic assessment of flupyradifurone and its insecticidal preparation, evaluation of the risk of rural labourers and population exposure.

Methods. Expert and analytical, toxicological, physical and chemical, statistical and hygienic.

Results. Based on acute toxicity parameters for different ways of exposure, flupyradifurone and Sivanto Prime 200 SL are rated as hazard class II. Long-term effects (carcinogenicity, mutagenicity and teratogenicity, reproductive and developmental toxicity) are not limiting criteria when assessing flupyradifurone hazard.

Field trials have shown that residual flupyradifurone was not detectable in grapes, apples, pears and cabbage during harvesting. Occupational risk degree under inhalation and cutaneous exposure of labours to flupyradifurone was within the acceptable level.

Conclusion. Use of flupyradifurone-based insecticide Sivanto Prime 200 SL for the protection of vineyards, apple, pear trees and cabbage as per agricultural and hygienic standards and regulations will not lead to contamination of agricultural products and environmental objects and will be safe for the population.

Keywords: insecticide, flupyradifurone, toxicological properties, hygienic standards and regulations, hazard assessment.

Надійшла до редакції 20.09.2019