

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПОВЕДІНКИ НОВОГО ІНСЕКТО-АКАРИЦИДУ ТЕБУФЕНПІРАДУ В ОБ'ЄКТАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Семененко В.М., Коршун М.М.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

Ключові слова: інсекто-акарицид, гігієнічні нормативи, об'єкти агроценозу яблуневого саду, екотоксикологічний ризик, забруднення ґрунтівих вод.

Вступ. Продукція плодових садів є основним джерелом вітамінів, легкозасвоюваних вуглеводів, мінеральних солей та інших корисних сполук для населення нашої країни. В той же час, на даних насадженнях, зокрема на яблуні, засоби хімізації застосовують багато разів впродовж усього періоду вегетації (в середньому по 1-3 обробки проти шкідників та по 1-3 – проти хвороб, інколи до 17-22 за сезон) [1, 2]. Останнє, при порушенні гігієнічних та агротехнічних регламентів використання пестицидів, призводить до забруднення об'єктів агроценозу та урожаю яблук їх залишковими кількостями, знижує біологічну цінність та погіршує органолептичні властивості плодів, згубно діє на автохтонну мікрофлору ґрунту та шкодить корисним комахам, зокрема медоносам. Саме тому повна гігієнічна оцінка нових пестицидних препаратів для захисту яблуневих садів є вкрай необхідною для попередження їх негативного впливу на організм працюючих та населення в цілому. До таких нових препаратів належить сучасний інсекто-акарицид Масай (препаративна форма – розчинний у воді порошок) виробництва фірми БАСФ (Німеччина), призначений для боротьби зі шкідниками багаторічних насаджень – виноградників та яблуневих садів. Діючою речовою препарату є тебуфенпірад (N-(4-трет-бутилбензил)-4-хлор-3-етил-1-метилпіразол-5-карбоксамід), вміст якого в препаративній формі становить 200 г/кг.

Мета роботи: гігієнічна оцінка поведінки в об'єктах навколошнього середовища нового інсекто-акарициду для захисту яблуневих садів тебуфенпіраду та наукове обґрунтування його гігієнічних нормативів в яблуках, яблучному соку та ґрунті.

Для досягнення поставленої мети необхідно було: дослідити динаміку залишкових кількостей та оцінити стійкість тебуфенпіраду в об'єктах агроценозу яблуневого саду; обґрунтувати максимально допустимі рівні (МДР) тебуфенпіраду в яблуках і яблучному соку та його гігієнічний норматив у ґрунті; оцінити екотоксикологічний ризик та небезпечність забруднення ґрунтівих вод при застосуванні інсекто-акарициду Масай.

Матеріали і методи. Натурні дослідження проведено згідно з [3] в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу (Черкаська область) при допустимих метеорологічних параметрах. Обробку яблуневого саду препаратом Масай

здійснено за допомогою вентиляторного обприскувача ОПВ-2000, агрегованого з трактором МТЗ-80, при максимальній нормі витрат 0,75 кг/га, дворазово.

Проби ґрунту, листя та плодів яблунь були відібрані відповідно до [4]. Визначення залишкових кількостей тебуфенпіраду у досліджуваних об'єктах проводили методом газорідинної хроматографії (ГРХ) [5, 6]. Межа кількісного визначення (МКВ) тебуфенпіраду у ґрунті та яблуках становила – 0,05 мг/кг, в яблучному соку – 0,1 мг/кг.

Обґрунтування МДР досліджуваної речовини в яблуках, яблучному соку та її орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) в ґрунті здійснено за [3].

Для оцінки стабільності тебуфенпіраду в ґрунті та рослинах були розраховані період напіврозпаду і період розпаду на 95 % речовини (t_{50} і t_{90}). Екотоксикологічний ризик при застосуванні досліджуваного інсекто-акарициду оцінено за методикою [7], рівень небезпечності забруднення підземних вод даним пестицидом встановлений за методом [8].

Математична обробка отриманих результатів проведена на персональному комп’ютері за допомогою програми “Microsoft Excel”.

Результати та їх обговорення. Поведінку тебуфенпіраду у ґрунті вивчали на різних типах ґрунтів в лабораторних та польових умовах [9-11]. Встановлено, що швидкість зникнення тебуфенпіраду з ґрунту в натурних умовах вища, ніж в лабораторних. Так, t_{50} речовини в лабораторних умовах в середньому становить 33,9 доби (17,7-76,5 діб), t_{90} – 241 добу (88,6-575 діб) [11]. За даними, наведеними в [9], t_{50} тебуфенпіраду в лабораторних дослідах в аеробних умовах у ґрунтах різного типу при pH від 6,1 до 7,3 та температурах 20 і 25 °C коливається від 20 до 30 діб. В той же час в польових дослідах, проведених у різних країнах Європи, t_{50} тебуфенпіраду становить в середньому 4,5 доби (0,05 – 22,4 доби), t_{90} – 39 діб (3,0-74,3 доби) [11].

При вивчені поведінки тебуфенпіраду у водних системах встановлено, що речовина гідролітично стабільна (t_{50} більше 28 днів при значеннях pH від 5 до 9) [9, 10, 12]. При підвищенні температури до 120 °C (pH=4-9) стійкість речовини до гідролізу зберігається. Тебуфенпірад також стійкий до водного фотолізу і майже не піддається біодеградації. Величина t_{50} при природному освітленні – 187 днів та зменшується при підвищенні температури: при 40 °C

становить 28 днів [11]. В системі “вода-осад” t_{50} у водній фазі 6,6 діб, в осаді – 90 діб [11].

Тебуфенпірад добре адсорбується ґрунтом. За величиною коефіцієнта сорбції органічною складовою ґрунту (Кос) в залежності від його типу він є малорухомим або навіть майже нерухомим. Так, Кос речовини коливається в межах від 1380 до 4930 мл/г [9], за іншими даними – 1894–8552 мл/г [11]. Метаболіти більш мобільні, однак, вірогідність їх потрапляння в ґрунті води низька, оскільки вони достатньо швидко розпадаються.

Динаміка залишкових кількостей тебуфенпіраду у плодах яблунь була досліджена в Префектурі Х’юго (Японія) [10, 13]. З 86 досліджених зразків яблук лише 12 містили незначні кількості речовини. Так, в 5 пробах залишкові кількості тебуфенпіраду були виявлені на рівні $<0,01$ мкг/г, ще в 5 зразках – на рівні $0,01 - <0,05$ мкг/г та 2 пробы яблук містили речовину в концентраціях $0,05 - <0,1$ мкг/г [10, 13].

В результаті проведених натурних досліджень в умовах Лісостепової кліматичної зони України встановлено, що рівні забруднення об’єктів агроценозу яблуневого саду залишковими кількостями тебуфенпіраду були майже однаковими (рис. 1). Початкова концентрація речовини після другої обробки становила ($M \pm m$): у ґрунті – $0,11 \pm 0,006$ мг/кг; у листі – $0,14 \pm 0,006$ мг/кг; у плодах – $0,12 \pm 0,006$ мг/кг. В подальшому спостерігали зниження залишкових кількостей тебуфенпіраду в усіх об’єктах, яке було дещо швидшим у плодах та листі, порівняно з ґрунтом.

Зниження залишків досліджуваного інсекто-акарициду у ґрунті, листі та плодах найбільш інтенсивно відбувалось в перші 15–20 діб після останньої обробки та загалом

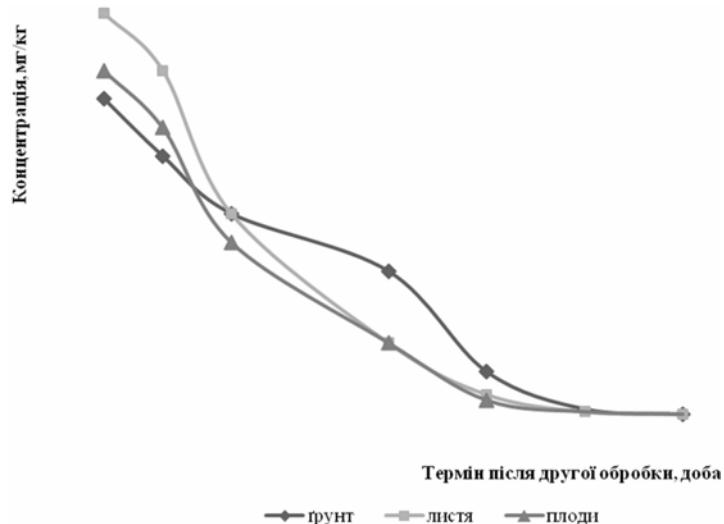


Рис. 1. Динаміка залишкових кількостей тебуфенпіраду у ґрунті, листі та плодах після обробки яблуневого саду препаратом Масай

підкорялось експоненціальній залежності. Фактичні дані про динаміку залишкових кількостей тебуфенпіраду в об’єктах агроценозу яблуневого саду дозволили нам розрахувати методом найменших квадратів величину константи швидкості руйнації (k) і встановити періоди напіврозпаду (τ_{50}) та майже повного розпаду (τ_{95}) речовини в досліджуваних об’єктах (табл. 1).

Дані літератури та результати власних натурних спостережень дозволяють віднести тебуфенпірад за стабільністю у ґрунті, листі та плодах яблуні до помірно стійких (ІІІ клас небезпечності) згідно з гігієнічною класифікацією пестицидів [14].

Згідно з [3] проведено обґрунтування МДР тебуфенпіраду в харчових продуктах рослинного походження. Для цього першочергово був розрахований безпечний вміст речовини у досліджуваних продуктах, виходячи з їх добового споживання та допустимої добової дози (ДДД) пестициду, яка нами науково обґрунтована на рівні 0,002 мг/кг [15]. Допустиме добове надходження (ДДН) тебуфенпіраду в організм людини середньою масою тіла 60 кг становить 0,12 мг. Відомо, що досліджуваного пестициду в організмі людини з продуктами харчування може надйти не більше 70 % від ДДН, тобто 0,084 мг за добу. Оскільки інсекто-акарицид Масай також використовують і для захисту від шкідників виноградників, необхідно врахувати надходження тебуфенпіраду в організм людини з виноградом та виноградним соком. МДР тебуфенпіраду у винограді затверджена на рівні 0,05 мг/кг, у виноградному соку – “не допускається” при МКВ 0,1 мг/кг. При врахуванні середнього добового споживання кожного з цих продуктів на рівні 0,2 кг, людина може отримати з ними не більше 0,03 мг тебуфенпіраду за добу. Тоді добове надходження з іншими продуктами харчування, враховуючи яблука та яблучний сік, не повинно перевищувати 0,054 мг.

Дослідження з оцінки органолептических властивостей яблук, вирощених із застосуванням препаратору Масай, та свіжовиготовленого з них соку були здійснені методом “закритого трикутника”. Яблука та яблучний сік аналізували без кулінарної обробки. Встановлено, що розмір, форма, колір, консистенція, вигляд на розрізі, запах та смак яблук з оброблених інсекто-акарицидом дерев не відрізнялися від аналогічних характеристик контрольних зразків, які були отримані без застосування препаратору Масай. Колір, консистенція, запах та смак яблучних соків виготовлених з плодів, при вирощуванні яких застосовували досліджуваний пестицид, та контрольних плодів були однакові.

Таблиця 1

Показники деградації тебуфенпіраду в об’єктах агроценозу при обробці яблуневого саду препаратом Масай (n=3)

Область	Способ обприскування	Об’єкт	Показники швидкості руйнації, $M \pm m$		
			k , доба $^{-1}$	τ_{50} , доба	τ_{95} , доба
Черкаська	Вентиляторне	Грунт	$0,027 \pm 0,0030$	$26,0 \pm 3,2$	$112,6 \pm 13,8$
		Листя	$0,065 \pm 0,0004$	$10,7 \pm 0,1$	$46,2 \pm 0,3$
		Плоди	$0,085 \pm 0,0019$	$8,1 \pm 0,2$	$35,3 \pm 0,8$

Натурні експерименти показали, що вміст залишкових кількостей тебуфенпіраду у плодах яблунь та у виготовленому з них соку через 30 діб після останньої обробки і в термін збирання урожаю був на рівні, нижчому за МКВ (0,05 та 0,1 мг/кг відповідно). При врахуванні останнього було встановлено величину МДР речовини в яблуках на рівні 0,05 мг/кг та в яблучному соку – “не допускається” при МКВ 0,1 мг/кг.

При середньодобовому вживанні 0,125 кг яблук та 0,2 кг яблучного соку надходження тебуфенпіраду в організм людини не перевищить 0,026 мг, що складає 21,7 % від ДДН, або 31,0 % від розрахункового безпечного надходження з харчовими продуктами. Оскільки людина в середньому вживає 0,2 кг різних соків за добу, то добове надходження досліджуваного інсекто-акарициду з виноградом, яблуками та соками становитиме 0,036 мг, що складає 30,0 % від ДДН, або 42,9 % від розрахункового безпечного надходження з продуктами харчування, та дозволяє розширити сферу застосування препаратів на основі тебуфенпіраду на інші сільськогосподарські культури.

Оскільки через 30 діб після останньої обробки яблуневого саду препаратом Масай вміст залишкових кількостей тебуфенпіраду у плодах був нижчим за МКВ, рекомендовано термін очікування до збирання врожаю – 30 діб.

Для визначення ймовірної концентрації тебуфенпіраду у плодах яблунь на 30 добу після останньої обробки, коли, згідно з рекомендованим терміном очікування, вже можливе збирання урожаю, було проведено розрахунок за формулою:

$$C_t = 0,12 \times e^{-0,085t},$$

де: C_t – концентрація речовини в момент часу t , мг/кг;

0,12 – середня вихідна концентрація тебуфенпіраду згідно з результатами натурного експерименту, мг/кг;

0,085 – константа швидкості руйнації тебуфенпіраду, доба⁻¹ (див. табл. 1);

t – час після останньої обробки, доба.

Отримане значення C_{30} становить 0,009 мг/кг, що у 5,6 разів нижче за рекомендовану МДР та доводить обґрунтованість запропонованого терміну очікування.

В ході проведених натурних досліджень було встановлено, що в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепової зони України на 30 добу після застосування інсекто-акарициду Масай вміст тебуфенпіраду у ґрунті був на рівні МКВ ($0,05 \pm 0,006$ мг/кг), а на час збору врожаю – нижче, ніж МКВ (0,05 мг/кг); ф50 речовини склав $26,0 \pm 3,2$ доби. За величиною ф50 речовину віднесено до помірно стійких. Крім того, тебуфенпірад добре адсорбується ґрунтом, а значення Кос, яке в середньому становить від 1380 до 8552 мл/г [9, 11], вказує на його малорухомість або навіть практично нерухомість та нездатність до проникнення у ґрунтовий потік.

Для остаточної оцінки небезпечної забруднення підземних вод тебуфенпірадом при застосуванні препаратору Масай був використаний метод, який запропонованої Сергієвим С.Г. зі співавторами [8]. Даний метод заснований на принципах встановлення інтегрального вектора небезпечної (R), для розрахунку якого запропоновано використовувати наступні показники: показник можливої міграції інсекто-акарициду з ґрунту в підземні води (GUS), період напіврозпаду внаслідок гідролізу речовини у воді (DT50) та зона біологічної дії (Z biol.ef.).

Значення GUS було отримано за формулою:

$$GUS = \log(DT_{50}) \times (4 - \log(K_{oc})),$$

де: DT50 – середнє значення періоду напіврозпаду речовини у ґрунті, доба; K_{oc} – константа сорбції органічним вуглецем.

За власними результатами ф50 у ґрунті становить в середньому 26 діб, за даними [9, 11] величина Кос тебуфенпіраду становить в середньому 4198 мл/г. Величина GUS при цьому дорівнює 0,56 та відповідає низькому рівню небезпечності забруднення підземних вод досліджуваним інсекто-акарицидом (30 балів).

Тебуфенпірад гідролітично та фотолітично стабільний [9, 10, 12] і за ф50 у водному середовищі є високостійким (І клас) згідно з гігієнічною класифікацією пестицидів [14]. Це відповідає високому рівню небезпечності забруднення підземних вод (80 балів) [8].

Зона біологічної дії, яка характеризує токсичність і кумулятивність тебуфенпіраду, була розрахована за формулою:

$$Z_{biol.ef.} = DL_{50}/Lim_{ch},$$

де: DL50 – середньосмертельна доза при одноразовому введенні речовини у шлунок, мг/кг (786 мг/кг за даними [9, 12]); Lim_{ch} – поріг хронічної дії при пероральному надходженні тебуфенпіраду, мг/кг (0,8 мг/кг за даними [12]). Тоді Z_{biol.ef.} становить 983 та відповідає середньому рівню небезпечності забруднення підземних вод досліджуваною речовиною (50 балів).

Розрахунок інтегрального вектора небезпечності забруднення підземних вод досліджуваним інсекто-акарицидом було проведено за формулою:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

де: x – GUS, y – DT50, z – Z_{biol.ef.}, що виражені в балах. Отже, розрахована величина R становить майже 99 балів, що, згідно шкали оцінки величини інтегрального вектора [8], відповідає високому рівню небезпечності забруднення підземних вод тебуфенпірадом. Це вказує на необхідність обов'язкового врахування можливості міграції в системі “ґрунт-підземні води” при обґрунтуванні ОДК тебуфенпіраду у ґрунті.

Саме тому при обґрунтуванні розрахункового нормативу тебуфенпіраду у ґрунті було використано не лише чинну методику [3], яка враховує залежність гранично дозволеної концентрації (ГДК) у ґрунті від МДР в харчових продуктах рослинного походження, а й методики, запропоновані в [16, 17], які передбачають можливість не лише транслокації в сільськогосподарські рослини, а й надходження у підземні та поверхневі водойми і пропонують рівняння залежності ГДК у ґрунті як від МДР, так і від ГДК у воді водойм.

Для обґрунтування ОДК досліджуваного пестициду у ґрунті за [3] було використано значення МДР тебуфенпіраду в яблуках та винограді – 0,05 мг/кг. Розрахована при цьому величина Y становить 0,16 мг/кг (табл. 2), а значення ОДК з урахуванням принципу агравації при гігієнічному нормуванні – 0,1 мг/кг.

Оскільки величина ОДК може залежати не тільки від МДР у продуктах харчування рослинного походження, а й від інших ланок міграції, згідно з [16, 17] проведені розрахунки ОДК тебуфенпіраду у ґрунті, виходячи як з величини МДР 0,05 мг/кг, так і з величини ГДК у воді водойм 0,004 мг/дм³ (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок ОДК табуфенпіраду у ґрунті

Формули для розрахунку	Розрахункові ОДК, мг/кг	Джерела рівнянь
$Y = 1,15 + 0,76 \lg MDR$	0,16	[16]
$Y = 0,27 + 0,55 MDR$	0,30	
$Y = 1,11 + 0,53 \lg MDR$	0,42	
$Y = 1,29 \times \sqrt{MDR}$	0,29	
$Y = 0,24 + 2,49 GDC_{B,B.}$	0,25	
$Y = 1,02 + 0,31 \lg GDC_{B,B.}$	0,28	
$Y = 2,28 \times \sqrt{GDC_{B,B.}}$	0,14	
$Y = 0,568 + 0,084 \ln GDC_{B,B.}$	0,10	[17]

Примітка. Y – ОДК у ґрунті, мг/кг.

Підвищення надійності нормативу ОДК забезпечує обрання найменшої з розрахованих величин та врахування коефіцієнту запасу згідно з формулою [16]:

$$ODK = \frac{Y_{min}}{K_1 \times K_2 \times K_3},$$

де Y_{min} – найменше значення Y серед розрахованих за більшими рівняннями (мг/кг);

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти запасу, які враховують стабільність речовини у ґрунті (K_1), її міграційну здатність в системах “ґрунт–ґрунтові води” та “ґрунт–рослин” (K_2) та можливість утворення більш токсичних або більш стабільних метаболітів (K_3).

В якості найменшого значення Y з розрахованих за шістьма рівняннями, які запропоновані в [16], було обрано значення 0,14 мг/кг, отримане, спираючись на величину ГДК у воді водойм. Коефіцієнти K_1, K_2 та K_3 були прийняті рівними 1, оскільки табуфенпірад є помірно стабільним і малорухомим (або навіть практично нерухомим) у ґрунті, а також враховуючи, що внаслідок руйнації речовини у ґрунті утворюються менш стабільні та менш токсичні метаболіти. Таким чином, згідно з [16], величина ОДК табуфенпіраду у ґрунті складає 0,1 мг/кг і співпадає з такою, обґрунтованою згідно з [3] і [17]. Це дозволило науково обґрунтувати ОДК табуфенпіраду у ґрунті на рівні 0,1 мг/кг, що гарантує дотримання гігієнічних нормативів сполуки не тільки у яблуках та винограді, а й у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. Розроблений метод визначення табуфенпіраду у ґрунті [6] дозволяє контролювати запропонований гігієнічний норматив, оскільки його МКВ – 0,05 мг/кг, становить 50 % від ОДК.

Згідно з методикою, яка запропонована Мельниковим М.М. зі співавторами [7], було здійснено оцінку потенційного ризику використання табуфенпіраду для екосистем. Для цього був проведений розрахунок екотоксикологічної небезпечності досліджуваної речовини при застосуванні препарату Масай за формулою:

$$E = \frac{P \times N}{DL_{50}},$$

де E – екотоксикологічна небезпечність, екотокс; P – період напівзникнення речовини з ґрунту, тижні; N – норма витрати препарату за діючою речовиною з урахуванням кратності обробок, кг/га; DL₅₀ – середня смертельна концентрація, мг/кг. Одницею екотоксикологічна небезпечність інсектициду ДДТ при нормі витрат – 1 кг/га, персистентності – 312 тижнів та DL₅₀ (щури) – 300 мг/кг.

З врахуванням періоду напівзникнення табуфенпіраду з ґрунту в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України (3,7 тижні), максимальної норми витрати діючої речовини при дворазовому обприскуванні (0,3 кг/га) та DL₅₀ для щурів при введенні у шлунок (786 мг/кг) екотоксикологічний ризик дослідженого інсекто-акарициду становить $1,41 \times 10^{-3}$. Отримане значення екотоксу табуфенпіраду є на 3 порядки нижчим, ніж ДДТ. При співставленні екотоксу табуфенпіраду та інсектицидів інших хімічних класів та поколінь встановлено, що екотоксичність досліджені речовини на 1 порядок нижча відносно деяких фосфорорганічних сполук (зокрема, диметоату, паратіоніметилу, фозалону, хлорпіофосу) [18], на 1-2 порядки нижча відносно більшості хлорорганічних інсектицидів (зокрема, лінддану) [7] та похідних карбамінової кислоти (зокрема, бендіокарбу, карбарилу, метомілу) [18]. Отже, в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу України табуфенпіраду притаманний низький потенційний ризик негативних наслідків для наземних біоценозів, що з екологічно-гігієнічних позицій надає переваг препаратам на його основі, зокрема інсекто-акарициду Масай.

Висновки:

1. Табуфенпірад (діюча речовина препарату Масай) за стійкістю у ґрунті та вегетуючих сільськогосподарських культурах в умовах Лісостепової зони України є помірно небезпечним і, згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів, може бути віднесений до III класу небезпечності.

2. МДР табуфенпіраду обґрунтовано: в плодах яблуні на рівні 0,05 мг/кг, в яблучному соку – “не допускається” при МКВ методу ГРХ 0,1 мг/кг; термін очікування до збирання урожаю – 30 діб після останньої обробки. Розрахункова концентрація табуфенпіраду, яка ймовірно може бути в яблуках на цей час, становить 0,009 мг/кг, що у 5,6 разів нижче за рекомендовану МДР. Добове надходження табуфенпіраду в організм людини з яблуками та яблучним соком при дотриманні запропонованих МДР не перевищить 21,7 % від допустимого, розрахованого виходячи з допустимої добової дози.

3. Розрахований інтегральний вектор небезпечності забруднення підземних вод табуфенпірадом становить 99 балів, відповідає високому рівню та вказує на необхідність обов’язкового врахування можливості міграції в системі “ґрунт-підземні води” при обґрунтуванні ОДК табуфенпіраду у ґрунті. Регресійні моделі, що описують залежність ГДК у ґрунті від нормативів у суміжних середовищах (харчових продуктах та воді водойм), дозволили встановити величину ОДК табуфенпіраду у ґрунті на рівні 0,1 мг/кг.

4. Потенційний екотоксикологічний ризик при використанні препарату Масай на основі тебуфенпіраду в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепової зони України є на 3 порядки нижчим, ніж у ДДТ та на 1-2 порядки нижчим, ніж у більшості хлор- і фосфорорганічних інсектицидів та похідних карбамінової кислоти.

5. В реальних умовах агропромислових комплексів при використанні традиційних технічних засобів, дотриманні встановлених гігієнічних і агротехнічних регламентів застосування інсекто-акарициду Масай в яблуневих садах не становить небезпеки для наземних екосистем та здоров'я населення.

Рецензент: чл.-кор. НАМН України, д.мед.н., професор Бардов В.Г.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук О.В. Екологічна небезпечність застосування хімічного захисту в плодоносних садах сливи та черешні Північного Лісостепу України / О.В. Шевчук, І.В. Шевчук // Караантин і захист рослин. – 2009. – № 5. – С. 8-10.
2. Митрофанов В.И. Проблемы гарантii сохранения урожая и стабильности агроценоза в садоводстве / В.И. Митрофанов, А.В. Манько, Е.Б. Балыкина // Матерiали мiжнародної науково-практичної конференцiї "Інтегрований захист рослин на початку ХХІ столiття". – К., 2004. – С. 307-312.
3. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ № 4263-87. – [Утв. 13.03.87]. – К.: М-во здравоохранения СССР, 1988. – 210 с.
4. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: МУ № 2051-79. – М.: М-во здравоохранения СССР, 1980. – 27 с.
5. Методичнi вказiвки з визначення тебуфенпіраду в яблуках, виноградi, яблучному та виноградному соках методом газорiдинної хроматографiї: МВ № 1079-2011 // Погоджено МОЗ 01.03.2011, Постанова № 6, затверджено Мiнiстерством охорони навколошнього природного середовища 25.03.2011, Наказ № 95.
6. Методичнi вказiвки з визначення тебуфенпіраду в ґрунтi методом газорiдинної хроматографiї: МВ № 1080-2011 // Погоджено МОЗ 01.03.2011, Постанова № 6, затверджено Мiнiстерством охорони навколошнього природного середовища 25.03.2011, Наказ № 95.
7. Мельников Н.Н. К вопросу о загрязнении почвы хлорорганическими соединениями / Н.Н. Мельников // Агрохимия. – 1996. – № 10. – С. 72–74.
8. Индикаторные критерии и прогноз опасности загрязнения подземных вод гербицидами на основе эфиров кислот / С.Г. Сергеев, А.П. Гринько, И.В. Лепешкин [та ін.] // Современные проблемы токсикологии. – 2010. – № 2-3. – С. 76-79.
9. The e-Pesticide Manual [Електронний ресурс]: A World Compendium The e-Pesticide Manual / Version 3.2 2005–06. – Thirteenth Edition: CD-вид-во CDS Tomlin, 2005. – 1 електрон. опт. диск (CD); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP.
10. Тебуфенпірад [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+7271>.
11. Тебуфенпірад [Електронний ресурс]: Каталог пестицидов. – Електронные данные. – Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/tebufenpyrad.html>.
12. Pesticide Fact Sheet [Електронний ресурс]: United States Environmental Protection Agency. – Електроннi данi. – Режим доступу: <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/tebufenpyrad.pdf>.
13. Akiyama Y. Pesticide residues in agricultural monitored in Hyogo Prefecture, Japan, FYs 1995-1999 / Y. Akiyama, N. Yoshioka, M. Tsuji // Journal of AOAC International. – 2002. – V. 85, № 3. – P. 692-703.
14. Пестициди. Класифікацiя за ступенем небезпечностi: ДСанПiн 8.8.1.002-98 – [Затв. 28.08.98] // Зб. важливих офiцiйних матерiалiв з санiтарних i противiдемiчних питань. – К., 2000. – Т. 9. – Ч. 1. – С. 249–266.
15. Коршун М.М. Токсикологiчна оцiнка та обґрунтування допустимої добової дози сучасного інсекто-акарициду тебуфенпіраду / М.М. Коршун, В.М. Семененко // Сучаснi проблеми токсикологiї. – 2011. – № 5 (55). – С. 99–100.
16. Коршун М.М. До питання уdosконалення розрахункового нормування вмiсту пестицидiв у ґрунтi / М.М. Коршун // Гiгiєна населених мiсць. – К., 2004. – № 43. – С. 156–164.
17. Перспективы развития гигиенического нормирования химических антропогенных соединений в почве / Е.Г. Моложанова, Л.П. Петрашенко, Т.В. Юрченко [та ін.] // Гигиена населенных мест. – 2001. – № 38. – Т.1. – С. 247–249.
18. Мельников Н.Н. Сравнительная экотоксикологическая опасность некоторых инсектицидов – производных фосфорных кислот, карбаминовой кислоты и синтетических пиретроидов / Н.Н. Мельников, С.Р. Белан // Агрохимия. – 1997. – № 1. – С. 70–72.

**ГІГІЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕДЕНИЯ НОВОГО
ИНСЕКТО-АКАРИЦИДА ТЕБУФЕНПИРАДА
В ОБ'ЄКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Семененко В.Н., Коршун М.М.

*Національний медичинський університет
імені А.А. Богомольця, г. Київ, Україна*

Резюме. На основании натурных экспериментов установлены закономерности поведения инсекто-акарицида тебуфенпирада в объектах агроценоза яблоневого сада, обоснованы гигиенические нормативы тебуфенпирада в яблоках, яблочном соке, почве и срок ожидания до сбора урожая после последней обработки, рассчитан экотоксикологический риск и установлен уровень опасности загрязнения подземных вод.

Ключевые слова: инсекто-акарицид, гигиенические нормативы, объекты агроценоза яблоневого сада, экотоксикологический риск, загрязнение подземных вод.

**HYGIENIC EVALUATION OF THE NEW
INSECTO-ACARICIDE TEBUFENPYRAD
BEHAVIOR IN OBJECTS OF ENVIRONMENT**

V. Semenenko, M. Korshun

*National O.O. Bogomolets Medical University,
Kyiv, Ukraine*

Summary. Patterns of behavior of insecto-acaricide tebufenpyrad in agrocenosis objects of apple-tree orchards have been established on basis of field observation. Hygienic norms of tebufenpyrad contents in apples, juice, soil and terms before harvest after last treatment have been grounded. Ecotoxicological risk has been calculated and the level of hazard of groundwater pollution was set.

Key words: insecto-acaricide, hygienic norms, agrocenosis objects of apple-tree orchard, ecotoxicological risk, groundwater pollution.