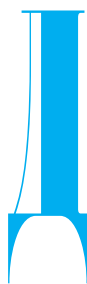


ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF THE USE OF AVERMECTINS BASED PRODUCTS IN AGRICULTURE OF UKRAINE

Antonenko A.M., Shpak B.I., Bardov V.G., Korshun O.M., Korshun M.M.

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ АВЕРМЕКТИНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ



**АНТОНЕНКО А.М., ШПАК Б.І.,
БАРДОВ В.Г., КОРШУН О.М.,
КОРШУН М.М.**

Інститут гігієни та екології
Національного медичного
університету
ім. О.О. Богомольця, м. Київ

УДК 613:631.46:579.222:63

Ключові слова:
**авермектини, стабільність,
об'єкти агроценозу,
гігієнічні нормативи,
екотоксикологічний ризик.**

Для захисту сільськогосподарських культур від шкідливих комах, кліщів та нематод в останні десятиріччя запропоновано біологічні препарати на основі продуктів життєдіяльності актиноміцетів. Дослідження з оцінки дії таких препаратів свідчать про їхню високу біологічну ефективність у регуляції чисельності шкідників та вибірковість дії до корисної ентомофауни, що, у свою чергу, може сприяти підтримуванню природних механізмів регуляції в ентомоценозах [1].

З еколого-гігієнічних позицій потенційна небезпека застосування засобів захисту рослин пов'язана з особливостями їхньої поведінки у довкіллі, що зумовило мету нашого дослідження.

Метою дослідження була оцінка потенційної еколого-гігієнічної небезпечності застосування на ягідних, плодово-овочевих культурах та хмелю нових препаратів Верти-

мек 018 ЕС та Проклейм 5 SG на підставі вивчення динаміки залишкових кількостей їхніх діючих речовин абамаектину та емамаектин-бензоату у ґрунті, рослинах та сільськогосподарській продукції.

Матеріали та методи. Інсекто-акарицид Вертимек 018 ЕС являє собою концентрат, що емульгується (КЕ), від світло-жовтого до коричневого кольору. Інсектицид Проклейм 5 SG — водорозчинні гранули (РГ) білого або бежевого кольору. Діючі речовини цих препаратів (абамаектин та емамаектин-бензоат відповідно) належать до хімічного класу авермектинів, які є продуктами життєдіяльності ґрунтового актиноміцету *Streptomyces avermitilis*. За механізмом біологічної дії обидві речовини є нейротоксинами [1].

Натурні дослідження проведено згідно з [2] протягом двох вегетаційних сезонів (2011 та 2013 роки) у різних агроекологічних районах України (Полісся, Лісостеп, Степ) за допустимих метеорологічних умов. Обробку сільськогосподарських культур здійснювали за максимальними рекомендованими нормами витрат та кратності (табл. 1).

Відбір проб ґрунту, листя та плодів проводили з дня останньої обробки (для оцінки максимально можливого пестицидного навантаження) і у подальшому через певні проміжки часу 5-

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ АВЕРМЕКТИНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УКРАИНЫ

Антоненко А.Н., Шпак Б.И., Бардов В.Г., Коршун О.М., Коршун М.М.

Целью исследования была оценка потенциальной эколого-гигиенической опасности использования на ягодных, плодово-овощных культурах и хмеле новых препаратов Вертимек 018 ЕС и Проклейм 5 SG на основе изучения динамики остаточных количеств их действующих веществ в почве, растениях и сельскохозяйственной продукции.

Материалы и методы. Натурные исследования проведены в разных агроклиматических зонах Украины (Полесье, Лесостепь, Степь). Обработка сельскохозяйственных культур осуществлена в максимальных рекомендованных нормах расхода и кратности. Отбор проб почвы, листьев и плодов проведен в течение вегетационного сезона с дня последней обработки до момента сбора урожая. Определение остаточных количеств авермектинов выполнено методом обращенно-фазовой высокоэффективной хроматографии с использованием флуоресцентного детектора. Обоснование максимально допустимых уровней (МДУ) исследуемых соединений в сельскохозяйственной продукции и их ориентировочно допустимой концентрации в почве проведено в соответствии

с "Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов". Для оценки стабильности абамаектина и эмамаектин-бензоата в почве и растениях рассчитаны периоды полураспада; экотоксикологический риск определен по методике Мельникова Н.Н.

Результаты. Абамаектин и эмамаектин-бензоат (действующие вещества препаратов Вертимек 018 ЕС и Проклейм 5 SG) по стойкости в почве и вегетирующих сельскохозяйственных культурах в условиях Украины являются малостабильными. Обоснованы МДУ абамаектина: в огурцах — 0,01 мг/кг, клубнике, яблоках, перцах, баклажанах — 0,02 мг/кг, хмеле — 0,1 мг/кг; эмамаектин-бензоата: в яблоках, винограде, капусте, томатах — 0,01 мг/кг. При соблюдении установленных МДУ поступление абамаектина и эмамаектин-бензоата в организм человека не превысит соответственно 60,8% и 9,1% от допустимого суточного поступления. Потенциальный экотоксикологический риск при использовании препаратов на основе абамаектина и эмамаектин-бензоата в почвенно-климатических условиях Украины соответственно в 154 и 2347 раз ниже, чем при использовании инсектицида ДДТ.

Ключевые слова: авермектины, стабильность, объекты агроценоза, гигиенические нормативы, экотоксикологический риск.

© Антоненко А.М., Шпак Б.И., Бардов В.Г., Коршун О.М., Коршун М.М. СТАТТЯ, 2015.

7 разів протягом вегетаційного сезону до моменту збирання врожаю відповідно до [2]. Визначення залишкових кількостей досліджуваних речовин здійснювали методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з використанням флуоресцентного детектора згідно з методичними вказівками № 1108-2011, 1109-2011, 1110-2011, 1111-2011, 1263-2014, 1264-2014, погодженими з Державною санітарно-епідеміологічною службою України та затвердженими Міністерством екології та природних ресурсів України. Межі кількісного визначення (МКВ) становили 0,005 мг/кг абамектину в яблуках, суницях, огірках, перцях, баклажанах, у хмелі — 0,05 мг/кг, у ґрунті — 0,01 мг/кг; емаметин-бензоату в яблуках, винограді, капусті, помідорах — 0,005 мг/кг, у ґрунті — 0,02 мг/кг.

Обґрунтування максимально допустимих рівнів (МДР) досліджуваних сполук у сільськогосподарській продукції та їхніх орієнтовно допустимих концентрацій (ОДК) у ґрунті здійснено за [2].

Для оцінки стабільності абамектину та емаметин-бензоату у ґрунтово-кліматичних умовах України були розраховані періоди напіврозпаду обох ре-

човин у ґрунті та рослинах. Екотоксикологічний ризик при застосуванні досліджуваних біологічних пестицидів оцінено за методикою [9]. Математичну обробку результатів проводили з використанням програми "Microsoft Excel" на персональному комп'ютері.

Результати та їх обговорення. За даними літератури, абамектин швидко руйнується у ґрунті. Внаслідок фотодеградації на поверхні ґрунту період напіврозпаду абамектину становить від 8 годин до 1 доби. У лабораторних аеробних експериментах залежно від ґрунтово-кліматичних умов період напіврозпаду абамектину становить 11,2-65,7 доби (у середньому 28,7), в інших дослідженнях — 20-40 діб; у польових умовах — 1-1,8 доби (у середньому 1,0) [3]. В анаеробних

умовах швидкість руйнації гальмується. Розпад абамектину у ґрунті відбувається переважно під впливом ґрунтових мікроорганізмів [4]. Абамектин добре сорбується ґрунтом: константа Фрейндліха, нормована на вміст органічного вуглецю, K_{foc} становить 6631 мг/г; індекс потенційного вимивання (GUS) на рівні 0,26 також підтверджує низьку здатність сполуки до міграції з ґрунту у підземні води [3].

Період напіврозпаду емаметин-бензоату, за даними літератури, у лабораторних аеробних експериментах залежно від ґрунтово-кліматичних умов становить 25,2-207 діб (у середньому 76,6), у натурних умовах — 0,3-2,6 доби (у середньому 1,1). Емаметин-бензоат незалежно від типу ґрунту є малорухомих: константа Фрейндліха K_{foc} для 7 типів ґрунтів перебу-



ГІГІЄНА СЕЛА

Технологічні умови проведення обробок досліджуваними препаратами

Культура	Місце обробки	Умови проведення обробок			
		обприскувач	оброблена площа, га	норма витрати препарату, л/га, кг/га	Кратність обробок
Вертимек 018 EC					
Яблука	Черкаська область, Лісостеп	вентиляторний ОПВ-2000	1	1,5	3
Суниця	Київська область, Лісостеп	штанговий ОГН-600	1	1	2
Огірки			1	1	2
Перці			1	1	2
Баклажани			1	1	2
Хміль	Житомирська область, Полісся	вентиляторний ОПВ-2000	2	3	3
Проклейм 5 SG					
Яблука	Черкаська область, Лісостеп	вентиляторний ОПВ-2000	1	0,6	2
		ранцевий "Matabi"	0,02	0,6	2
Виноград	Миколаївська область, Степ	вентиляторний ОПВ-2000	0,5	0,4	2
Капуста	Київська область, Лісостеп	штанговий ОПШ-1000	1	0,3	2
		ранцевий "Орион-6"	0,02	0,3	2
Томати	Київська область, Лісостеп	штанговий ОПШ-1000	1	0,4	2
		ранцевий "Орион-6"	0,02	0,4	2
		ранцевий "Орион-6", закритий ґрунт (теплиця)	0,01	0,4	2

ває у межах від 6666 мл/г до 278983 мл/г (у середньому 72874). Індекс потенційного вимивання на рівні "мінус" 2,14 підтверджує низьку здатність сполуки до міграції з ґрунту у підземні води [5].

Абамектину та емаектин-бензоату притаманна трансламінарна активність, тобто здатність проникати всередину листових пластинок рослин [1]. На поверхні рослин обидві речовини розпадаються доволі швидко, переважно шляхом фотолізу [4].

У результаті проведених натурних досліджень в умовах різних кліматичних зон України встановлено, що після останньої обробки найбільші початкові рівні досліджуваних речовин були визначені у листі яблунь та хмелю. Початковий вміст абамектину у плодах баклажанів, огірків, суниць та яблунь коливався у межах 0,018-0,083 мг/кг (рис. 1). Початковий рівень емаектин-бензоату у плодах томатів, капусти, винограду та яблунь при застосуванні препарату в умовах агропромислового комплексу перебував у межах 0,017-0,074 мг/кг (рис. 2). Рівні речовини у плодах томатів, капусти та яблунь при застосуванні препарату за допомогою ранцевого обприскування були нижчими. Початкові рівні абамектину та емаектин-бензоату у ґрунті при застосуванні препаратів за найбільших норм витрат та кратності обробок становили $0,012 \pm 0,002005$ мг/кг і $0,030 \pm 0,005$ мг/кг відповідно. У подальшому спостерігали зниження залишкових кількостей діючих речовин в усіх об'єктах. У плодах перців (в усі терміни відбору, починаючи з дня останньої обробки) та шишках хмелю (відбір проб шишок здійснено з 21 доби) вміст абамектину був меншим за МКВ.

Зниження залишків досліджуваних речовин у ґрунті, листі та плодах найбільш інтенсивно відбувалось у перші 5 днів після останньої обробки та загалом підкорялось експоненціальній залежності. Фактичні дані про динаміку залишкових кількостей абамектину та емаектин-бензоату в об'єктах агроценозів дозволили нам розрахувати методом найменших квадратів величину константи швидкості руйнації (k) і встановити періоди напіврозпаду (τ_{50}) та майже повного розпаду (τ_{95}) речовин у досліджуваних об'єктах (табл. 2).

Результати, отримані у ході натурних досліджень, були ви-

користані нами при гігієнічному нормуванні вмісту абамектину та емаектин-бензоату у сільськогосподарських культурах та ґрунті.

Виходячи з раніше обґрунтованих величин допустимої добової дози (ДДД) абамектину 0,0002 мг/кг та емаектин-бензоату 0,001 мг/кг допустиме добове надходження (ДДН) цих сполук до організму людини з середньою вагою 60 кг становить 0,012 мг та 0,06 мг відповідно. При цьому з харчовими продуктами (як основним джерелом надходження пестицидів до організму людини, може надходити до 70% від ДДН, тобто не більше 0,0084 мг абамектину та 0,042 мг емаектин-бензоату.

У результаті проведення органолептичних досліджень плодів з оброблених препаратами Вертимек 018 ЕС та Проклейм 5 SG ділянок було встановлено, що їхні розмір, форма, колір, консистенція, вигляд на розрізі, запах та смак не відрізнялися від аналогічних характеристик контрольних зразків, отриманих без застосування досліджуваних засобів захисту рослин.

Враховуючи токсикологічну характеристику сполук, фактичну відсутність абамектину та емаектин-бензоату на час збору врожаю та МКВ аналітичних методів, нами було рекомендовано та затверджено у встановленому порядку величини МДР абамектину: огірки — 0,01 мг/кг, суниця, яблука, перці, баклажани — 0,02 мг/кг, хміль — 0,1 мг/кг; емаектин-бензоату: яблука, виноград, капуста, томати — 0,01 мг/кг. Враховуючи відсутність залишкових кількостей абамектину та емаектин-бензоату на момент збору врожаю в яблуках, суницях, винограді та томатах, вважаємо недоцільним встановлення МДР у соках.

За середньодобового споживання томатів на рівні 0,12 кг, капусти — 0,1 кг, огірків — 0,05 кг, перців — 0,075 кг, баклажанів — 0,075 кг, яблук — 0,125 кг, винограду — 0,2 кг, суниць — 0,065 кг добове надходження абамектину та емаектин-бензоату не перевищить 0,0073 мг та 0,00545 мг відповідно. Тобто з вказаними овочами та фруктами за умов дотримання встановлених МДР надходження абамектину та емаектин-бензоату не перевищить відповідно 86,9% та 13,0% від розрахункового безпечного надходження з

харчовими продуктами, або відповідно 60,8% та 9,1% від ДДН, що підтверджує надійність встановлених гігієнічних нормативів.

Враховуючи динаміку залишкових кількостей абамектину та емаектин-бензоату у сільськогосподарській продукції та обґрунтовані МДР, для гарантування надходження до споживачів безпечної продукції були рекомендовані терміни очікування до збирання врожаю після останньої обробки препаратом Вертимек 018 ЕС: суниця, перці, баклажани, огірки — 7 днів, яблука — 14 днів, хміль — 20 днів; препаратом Проклейм 5 SG: томати — 5 днів, яблука, виноград, капуста — 14 днів.

Розрахунок теоретичних концентрацій абамектину та емаектин-бензоату у товарних частинах сільськогосподарських рослин у рекомендовані терміни очікування було проведено за формулою:

$$C_t = C_0 \cdot e^{-kt}$$

де C_t — концентрація речовини на момент часу t , мг/кг; C_0 — вихідна концентрація речовини, мг/кг; k — константа швидкості руйнації, доба⁻¹; t — час після останньої обробки (термін очікування), доба.

Результати свідчать, що розрахункові концентрації абамектину та емаектин-бензоату у продуктах дитячого споживання (яблука, суниця, виноград) у 2,0-9,3 рази нижчі за рекомендовані МДР та доводять обґрунтованість запропонованих термінів очікування.

Враховуючи зазначені вище особливості поведінки досліджуваних речовин в об'єктах агроценозу, нормування їх у ґрунті було проведене розрахунковим методом [2]. З огляду на те, що і абамектин, і емаектин-бензоат стабільні у ґрунті у лабораторних експериментах (II клас небезпечності згідно з ДСанПін 8.8.1.002-98 "Пестициди).

Класифікація за ступенем небезпечності") та малостабільні у ґрунті у натурних експериментах (IV клас), було обґрунтовано та затверджено у чинному порядку їхні орієнтовно допустимі концентрації (ОДК): 0,3 мг/кг для кожної сполуки.

Оцінку потенційного ризику використання для екосистем досліджуваних авермектинів було проведено за методикою, запропонованою Мельниковим М.М. [9]. Для цього було визначено екотоксико-

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT
OF THE USE OF AVERMECTINS BASED PRODUCTS
IN AGRICULTURE OF UKRAINE

Antonenko A.M., Shpak B.I., Bardov V.G.,
Korshun O.M., Korshun M.M.

National O.O. Bohomolets Medical University, Kyiv

Objective. We evaluated a potential ecological and hygienic danger of the use of Vertimec 018 EC and Proclaim 05 SG on berries, fruits, vegetables and hops based on the study of the active ingredients of the residues in soil, plants and agricultural products.

Materials and Method. The field studies were carried out in different agro-climatic zones of Ukraine (woodlands, forest-steppe, steppe). Treatment of the crops was performed in the highest recommended norms and ratio of applications. Sampling of soil, leaves and fruits was performed during growing season from the day of last treatment till harvesting. Determination of avermectine residues was performed by the method of reversed-phase high-performance chromatography using a fluorescence detector. Determination of the maximum residue levels (MRL) of test compounds in agricultural products and their approximate permissible concentration in soil was

conducted in accordance with "Guidelines on the hygienic evaluation of new pesticides".

To assess the stability of abamectin and emamectin benzoate in soil and plants degradation the half-life periods were calculated; ecotoxicological risk was defined by the Melnikov method.

Results. In conditions of Ukraine the abamectin and the emamectin benzoate (active ingredients of the products Vertimec 018 EC and Proclaim 05 SG) are low-stable in the soils and the vegetating crops. We substantiated MRLs for abamectin: 0.01 mg/kg — in cucumbers, 0.02 mg/kg — in strawberries, apples, peppers, eggplants, 0.1 mg/kg — in hops; for emamectin benzoate: 0.01 mg/kg — in apples, grapes, cabbage, tomatoes. When following established MRLs, intake of abamectin and emamectin benzoate by human body will not exceed respectively 60.8% and 9.1% of acceptable daily intake. Potential ecotoxicological risk at the use of abamectin and emamectin benzoate in agro-climatic zones of Ukraine is respectively 154 and 2347 rates lower than at the use of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane).

Keywords: avermectins, stability, agroecosystem objects, hygienic standards, ecotoxicological risk.

логічну небезпечність абамектину та емамектин-бензоату за формулою:

$$E = \frac{P \cdot N}{DL_{50}}$$

де E — екотоксикологічна небезпечність, екотокс; P — період напівзниження сполуки з ґрунту, тижні; N — норма витрати препарату за діючою речовиною з урахуванням кратності обробок, кг/га; DL₅₀ — середня смертельна доза за перорального надходження до організму білих щурів, мг/кг. За одиницю екотоксу прийнято екотоксикологічну небезпечність інсектициду дихлордифенілтрихлорметилметану (ДДТ) за норми витрат 1 кг/га, персистентності 312 тижнів і DL₅₀ 300 мг/кг.

З урахуванням періоду напівзниження абамектину та емамектин-бензоату з ґрунту, встановленого за результатами натурних досліджень динаміки у ґрунтах України (0,40 та 0,54 тижня відповідно), максимальної норми витрати (0,162 та 0,060 кг/га відповідно) і DL₅₀ для щурів при введенні у шлунок (10 та 76 мг/кг відповідно за [4]) екотоксикологічний ризик досліджуваних сполук становить 6,48x10⁻³ та 4,26x10⁻⁴ відповідно. Отримані значення екотоксів абамектину та емамектин-бензоату є нижчими, ніж аналогічна характеристика ДДТ у 154 та 2347 разів відповідно.

У таблиці 3, крім екотоксів досліджуваних сполук, наведено екотокси діючих речовин з інших хімічних класів та покоління, на ос-

нові яких згідно з "Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні" (2012) зареєстровано 118 препаратів, що становить 59,6% від усіх дозволених до використання інсектицидів та акарицидів. При їх співставленні встановлено, що метоміл посідає 1 рангове місце, тобто йому притаманна найвища екотоксичність серед наведених сполук, новалурон — 17 місце, тобто його екотоксичність найнижча; абамектин та емамектин-

бензоат — на 5 та 14 рангових місцях відповідно.

Отже, у ґрунтово-кліматичних умовах України досліджуваним авермектинам, особливо емамектин-бензоату, притаманний низький потенційний ризик негативних наслідків для наземних біоценозів, що з еколого-гігієнічних позицій надає переваг препаратам на їхній основі, зокрема інсекто-акарициду Вертимек 018 EC та інсектициду Проклейм 5 SG.

Таблиця 2
Показники деградації абамектину та емамектин-бензоату в об'єктах агроценозів

Об'єкт	Спосіб обприскування	Показники швидкості руйнації		
		к, доба ⁻¹	τ ₅₀ , доба	τ ₉₅ , доба
при застосуванні препарату Вертимек 018 EC				
Яблука	Вентиляторне	0,152	4,5	19,6
Суниці	Штангове	0,349	2,0	8,6
Огірки	Штангове	0,151	4,6	19,8
Баклажани	Штангове	0,208	3,3	14,3
Листя хмелю	Вентиляторне	0,356	1,9	8,4
Ґрунт під хмелем		0,249	2,8	12,0
при застосуванні препарату Проклейм 5 SG				
Яблука	Вентиляторне	0,193	3,6	15,5
Листя яблуні		0,215	3,2	13,9
Ґрунт під яблунями		0,182	3,8	16,5
Яблука	Ранцеве	0,168	4,1	17,8
Листя яблуні		0,155	4,4	19,2
Виноград	Вентиляторне	0,202	3,4	14,8
Капуста	Штангове	0,299	2,3	10,0
Томати	Штангове	0,348	2,0	8,6

Висновки

1. Абаментин та емаментин-бензоат (діючі речовини препаратів Вертимек 018 ЕС та Проклейм 5 SG відповідно) за стійкістю у ґрунті та вегетуючих сільськогосподарських культурах в умовах Полісся, Лісостепової та Степової зон України є малостабільними і, згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів, можуть бути віднесені до IV класу небезпечності.

2. Обґрунтовано МДР абаментину: в огірках — 0,01 мг/кг, суницях, яблуках, перцях, баклажанах — 0,02 мг/кг, хмелі — 0,1 мг/кг; емаментин-бензоату: в яблуках, винограді, капусті, поматах — 0,01 мг/кг. За умов дотримання встановлених МДР надходження абаментину та емаментин-бензоату не перевищать відповідно 60,8% та 9,1% від допустимого добового надходження.

3. Потенційний екоотоксикологічний ризик при використанні препаратів на основі абаментину та емаментин-бензоату у ґрунтово-кліматичних умовах України є відповідно у 154 та 2347 разів нижчим, ніж при застосуванні ДДТ.

4. У реальних умовах агропромислових комплексів за дотримання встановлених гігієнічних і агротехнічних регламентів застосування інсекто-акарициду Вертимек 018 ЕС та інсектициду Проклейм 5 SG не становить не-

безпеки для наземних екосистем та здоров'я населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Долженко Т.В. Метаболиты актиноцидов для защиты сада от вредителей / Т.В. Долженко // Вестник ОрелГАУ. — 2012. — № 3 (36). — С. 70-72.

2. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ № 4263-87. — К.: М-во здравоохранения СССР, 1988. — 210 с.

3. Abamectin [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://sistem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/8.htm>.

4. The e-Pesticide Manual: 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-R); 12 см. — Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану.

5. Emamectin benzoate [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://sistem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/1326.htm>.

6. Семененко В.М. Гігієнічна оцінка поведінки нового інсекто-акарициду тебуфенпіраду в об'єктах навколишнього середовища / В.М. Семененко, М.М. Коршун // Український науково-медичний молодіжний журнал. — 2012. — № 3. — С. 103-108.

7. Коршун О.М. Еколого-гігієнічне обґрунтування регламентів

безпечного застосування сучасних хімічних засобів захисту яблуневих садів: автореф. дис. : 14.02.01. — К., 2008. — 20 с.

8. Еколого-гігієнічна оцінка поведінки піретроїдних інсектицидів в об'єктах агроценозу яблуневого саду / О.М. Коршун, В.Г. Бардов, С.Т. Омельчук, М.М. Коршун // Гігієна населених місць. — 2005. — Вип. 46. — С. 505-514.

9. Мельников Н.Н. Сравнительная экотоксикологическая опасность некоторых инсектицидов — производных фосфорных кислот, карбаминовой кислоты и синтетических пиретроидов / Н.Н. Мельников, С.Р. Белан // Агрехимия. — 1997. — № 1. — С. 70-72.

REFERENCES

1. Dolzhenko T.V. Vestnik OreIGAU. 2012 ; 3 (36) : 70-72 (in Russian).

2. Metodicheskie ukazaniia po gigienicheskoi otsenke novykh pestitsidov [Guidelines on Hygienic Evaluation of New Pesticides] : МУ № 4263-87. Kiev ; 1988 : 210 p. (in Russian).

3. Abamectin. Available at: <http://sistem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/8.htm>.

4. The e-Pesticide Manual: A World Compendium The e-Pesticide Manual / Version 3.2 2005-06. — Thirteenth Edition: CD-CDS Tomlin, 2005. — (CD-R); 12 cm. : Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP.

5. Emamectin benzoate. Available at : <http://sistem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/1326.htm>.

6. Semenenko V.M., Korshun M.M. Ukrayinskyi naukovo-medychnyi molodizhnyi zhurnal. 2012 ; 3 : 103-108 (in Ukrainian).

7. Korshun O.M. Ekoloho-hihienichne obhruntuvannia rehlaментiv bezpechnoho zastosuvannia suchasnykh khimichnykh zasobiv zakhystu yablunevykh sadiv : avtoref. dys. [Environmental and Hygienic Justification of Regulations in Safe Use of Modern Chemical Protection Means in Apple Orchards: PhD Thesis]. Kyiv ; 2008 : 20 p. (in Ukrainian).

8. Korshun O.M., Bardov V.H., Omelchuk S.T., Korshun M.M. Ekoloho-hihienichna otsinka povedinky piretroidnykh insektytsydiv v ob'ektakh ahrotsenozu yablunevoho sadu [Ecological and Hygienic Evaluation of Pyrethroid Insecticides Behavior in the Apple Orchard Agrocenosis]. In : Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2005 ; 46 : 505-514 (in Ukrainian).

9. Melnikov N.N., Belan S.R. Agrokhiimiia. 1997 ; 1 : 70-72 (in Russian).
Надійшла до редакції 10.05.2014

Таблиця 3

Екоотоксикологічна небезпечність інсектицидів та інсекто-акарицидів

Хімічний клас	Діюча речовина	Екотокс	Ранг
Авермектини	Абаментин	$6,48 \times 10^{-3}$	5
	Емаментин-бензоат	$4,26 \times 10^{-4}$	14
Піразолкарбоксаміди (за [6])	Тебуфенпірад	$1,41 \times 10^{-3}$	8
Бензоїлфенілсечовини (за [7])	Новалурон	$1,20 \times 10^{-4}$	17
Неонікотиноїди (за [7])	Тіаметоксам	$1,28 \times 10^{-4}$	16
Синтетичні піретроїди (за [8])	Есфенвалерат	$3,08 \times 10^{-4}$	15
	Альфа-циперметрин	$5,41 \times 10^{-4}$	13
	Циперметрин	$8,22 \times 10^{-4}$	11
	Зета-циперметрин	$8,50 \times 10^{-4}$	10
	Лямбда-цигалотрин	$1,18 \times 10^{-3}$	9
Похідні фосфорних кислот (за [9])	Піриміфос-метил	6×10^{-4}	12
	Малатіон	$1,6 \times 10^{-3}$	7
	Фенітротіон	$4,5 \times 10^{-3}$	6
	Диметоат	$1,13 \times 10^{-2}$	4
	Хлорпірифос	$1,53 \times 10^{-2}$	3
Похідні карбамінової кислоти (за [9])	Фозалон	$3,54 \times 10^{-2}$	2
	Метоміл	$5,0 \times 10^{-2}$	1