

## ПРОГНОЗУВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ ВПЛИВУ ІНСЕКТИЦИДІВ-АВЕРМЕКТИНІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ПРИ СПОЖИВАННІ РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ, ВИРОЩЕНИХ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРЕПАРАТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

<sup>1</sup>Антоненко А.М. <https://orcid.org/0000-0001-9665-0646>

<sup>1</sup>Вавріневич О.П. <https://orcid.org/0000-0002-4871-0840>

<sup>2</sup>Шпак Б.І. <https://orcid.org/0000-0001-9273-8544>

<sup>1</sup>Ткаченко І.В. <https://orcid.org/0000-0002-2148-0934>

<sup>3</sup>Омельчук С.Г. <https://orcid.org/0000-0003-3678-42-41>

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

<sup>2</sup>ООО «Сингента», Київ, Україна

<sup>3</sup>Інститут гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

inna.tkachenkooo@ukr.net

**Актуальність.** Для ведення сільського господарства і дотримання харчових стандартів необхідним є створення ефективних систем контролю вмісту діючих речовин пестицидів в сільськогосподарських культурах, якості харчових продуктів, оцінка ризику споживання їжі, яка може містити залишки пестицидів.

**Ціль:** прогнозування та оцінка ризику небезпечного впливу на здоров'я людини вживання продуктів контамінованих інсектицидами-авермектинами.

**Матеріали та методи.** Визначено фактичний вміст абабектину та емабектину бензоату в плодах овочевих, зерняткових, кісточкових, ягодах, винограді, зерні сої та зеленій масі рослин методами газової хроматографії та вискоефективної рідинної хроматографії. Розраховано  $\tau_{50}$  досліджуваних інсектицидів та інтегральний показник небезпечності при вживанні контамінованих ними продуктів.

**Результати.** За стійкістю у сільськогосподарських культурах (винограді, капусти, персиках, черешні) емабектину бензоат віднесено до 4 класу небезпечності (не стійкий); абабектин – до 3 класу (помірно стійкі сполуки) в винограді, грушах, горіхах, полуниці, яблуках, помідорах; до 4 класу небезпечності (не стійка сполука) – в огірках, баклажанах, сої.

Абабектин та емабектину бензоат належать до 2 класу небезпечності за величиною інтегрального показника небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів – небезпечні. Це обумовлено його високою токсичністю для теплокровних тварин і людини та великим спектром культур, на яких препарати на основ досліджуваних сполук дозволені до застосування.

**Висновок.** Встановлено, що за стійкістю у сільськогосподарських рослинах абабектин та емабектину бензоат належить до помірно стійких (3 клас небезпечності) і не стійких (4 клас) пестицидів, відповідно, а за величиною інтегрального показника небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів обидві досліджувані сполуки відносяться до 2 класу (небезпечні).

**Ключові слова:** абабектин, емабектину бензоат, стійкість, небезпечність.

**Актуальність.** Україна є провідною країною Європи у вирощуванні сільськогосподарських культур і завдяки своїм сприятливим природним умовам (родючий ґрунт, комфортний клімат на більшості її території, рентабельність виробництва продукції сільського господарства) має величезний потенціал подальшого розвитку [1]. Щороку фермерські та приватні сільськогосподарські підприємства, об'єкти агропромислового комплексу, які займаються вирощуванням овочів, фруктів тощо, вживають усі необхідні заходи, щоб отримати щедрий урожай. Для досягнення цієї мети вони використовують низку методів та технік поводження із довкіллям для мінімізації

негативного впливу, серед яких основними є організаційно-інституційні, агротехнічні, біологічні, механічні тощо [2, 3].

Для ведення сільського господарства і дотримання харчових стандартів необхідним є створення ефективних систем контролю вмісту діючих речовин пестицидів в сільськогосподарських культурах, якості харчових продуктів, оцінка ризику споживання їжі, яка може містити залишки пестицидів.

**Ціль:** прогнозування та оцінка небезпеки впливу на здоров'я людини вживання продуктів контамінованих інсектицидами-авермектинами.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Досліджено інсектициди із хімічного класу авармектинів: абамектин та емаектину бензоат. В ході натурних досліджень в різних ґрунтово-кліматичних умовах України нами було визначено фактичний вміст досліджуваних сполук в овочах (огірках, баклажанах, помідорах, капусті), фруктах (винограді, грушах, яблуках, персиках, черешнях), ягодах (полуниця), горіхах грецьких, зернових олійних культурах (соя). На основі отриманих даних нами було розраховано параметри стійкості абамектину та емаектину бензоату в досліджуваних харчових продуктах рослинного походження.

Для дослідження відбирали проби сільськогосподарських культур, починаючи від дня після останньої обробки і через фіксовані проміжки часу, 3-5 разів протягом вегетаційного сезону до моменту збирання врожаю. Контрольні проби відбирали до початку обробки культур. Досліджувані діючі речовини в них не виявлені.

Визначення вмісту абамектину та емаектину бензоату в плодах овочевих, зерняткових, кісточкових, ягодах, винограді, зерні сої та зеленій масі рослин проводили методами газової хроматографії (ГРХ) та високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Використовуючи метод математичного моделювання з розрахунковим відтворенням процесів руйнування пестицидів за фактичними даними було розраховано періоди напівруйнування ( $\tau_{50}$ ) та майже повного руйнування ( $\tau_{95}$ ) абамектину та

емаектину бензоату в досліджуваних рослинах [5]. Отримані дані дозволили спрогнозувати персистентність досліджуваних інсектицидів в сільськогосподарських культурах.

За стабільністю у рослинах речовини класифікували згідно вітчизняної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності ДСанПін 8.8.1.002-98 [6], згідно якої речовини за стабільністю у рослинах розділено на 4 класи: 1 (високостійкі) – при  $\tau_{50}$  більше 30 діб, 2 (стійкі) –  $\tau_{50} = 15-30$  діб, 3 (помірно стійкі) –  $\tau_{50} = 5-14$  діб; 4 мало стійкі –  $\tau_{50}$  менше 5 діб.

Для інтегральної оцінки потенційної небезпеки впливу досліджуваних інсектицидів на організм людини при вживанні контамінованої сільськогосподарської продукції було використано методику [7], що передбачає за шкалою в чотири градації оцінку допустимої добової дози (ДДД), періоду напівруйнування ( $\tau_{50}$ ) в рослинах та середньодобового споживання продукту.

Інтегральний показник небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів (ПНВП) оцінюють так: 4 клас (речовини мало-небезпечні для людини) – при величині показнику 3-5 балів, 3 клас (помірно небезпечні) – 6-8 балів, 2 клас (небезпечні) – 9-11 балів, 1 клас (надзвичайно небезпечні) >11 балів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В таблиці 1 наведено показники стійкості досліджуваних сполук у вегетуючих сільськогос-

Таблиця 1

**Значення показників швидкості руйнування досліджуваних інсектицидів в сільськогосподарських культурах (M±m)**

Показник	Культура													M±m
	виноград	груша	горіхи	огірки	баклажани	полуниця	яблука	соя	помідори	капуста	персик	черешня		
абамектин														
n	12	3	6	9	3	6	15	3	3	-	-	-		
$\tau_{50}$ , доба	8,6±0,6	10,5±0,1	7,9±0,05	3,8±0,6	2,5±0,5	5,0±0,9	5,4±0,3	4,4±0,1	5,4±0,2	-	-	-	6,1±0,3	
Клас небезпечності	3	3	3	4	4	3	3	4	3	-	-	-	3	
емаектину бензоат														
n	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3	3		
$\tau_{50}$ , доба	4,3±0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1±0,08	3,7±0,06	3,3±0,1	3,6±0,2	
Клас небезпечності	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	

Примітки: 1. M – середнє значення, 2. m – похибка середнього арифметичного; 3. n – кількість досліджень; 4.  $\tau_{50}$  – період руйнування речовини на 50 %, діб; 5. «-» – дослідження не проводили; 6. Клас небезпечності за гігієнічною класифікацією ДСанПін 8.8.1.002-98.

**Оцінки ризику несприятливого впливу інсектицидів абамектину та емаектину бензоату на здоров'я людини при споживанні сільськогосподарської продукції рослинного походження, вирощеної при їх застосуванні**

Діюча речовина	ДДД, мг/кг	Середнє споживання, г/добу*/**											Середнє споживання культур (С), г/добу	ПНВП		
		виноград	груша	горіхи	огірки	баклажани	полуниця	яблука	соя	томати	капуста	персики		черешня	Значення (ДДД+С+ $\tau_{50}$ )	клас
абамектин	0,0002	164	164	-	69	36	164	164	5	69	-	-	-	835	10 (4+4+2)	2
		200	80	11	50	100	65	70	50	120	-	-	-	746	10 (4+4+2)	2
емаектин бензоат	0,001	164	-	-	-	-	-	-	-	-	77	164	164	569	9 (4+4+1)	2
		200	-	-	-	-	-	-	-	-	100	70	70	440	9 (4+4+1)	2

Примітки: 1. ДДД – допустима добова доза, мг/кг; 2. ПНВП – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів; 3. «-» – дослідження не проводили; 4. \* – споживання продукту наведено згідно з [8]; 5. \*\* – споживання продукту наведено згідно з [9].

подарських культурах ( $\tau_{50}$ ), розраховані за допомогою методу математичного моделювання з використанням отриманих в натурних дослідженнях результатів. Було показано, що у ґрунтово-кліматичних умовах України процес розкладання досліджуваних сполук в сільськогосподарських культурах підкорявся експоненціальній залежності.

За стійкістю у сільськогосподарських культурах (винограді, капусті, персиках, черешні) емаектину бензоат віднесено до 4 класу небезпечності (не стійкий); абамектин – до 3 класу (помірно стійкі сполуки) в винограді, грушах, горіхах, полуниці, яблуках, томатах; до 4 класу небезпечності (не стійка сполука) – в огірках, баклажанах, сої.

В середньому період напівруйнування абамектину в сільськогосподарських культурах становить  $6,1 \pm 0,3$  доби (3 клас небезпечності), емаектину бензоату – в 2 рази менше –  $3,6 \pm 0,2$  (4 клас небезпечності).

Для інтегральної оцінки потенційної небезпеки оцінювали ДДД, середньодобове споживання продукту та період напівруйнування ( $\tau_{50}$ ) в рослинах в балах (табл. 2), які потім додавали і оцінювали інтегральний показник небезпечності кожного пестициду при потраплянні в організм людини з сільськогосподарськими продуктами.

Таким чином, досліджувані сполуки класів авармектинів – абамектин та емаектину належать до 2 класу небезпечності за величиною ПНВП (табл. 2) – небезпечні. Це обумовлено його високою токсичністю для теплокровних тварин та людини (низька величина ДДД) та великим спектром культур, на яких препарати на основі досліджуваних сполук дозволені до застосування. Лише показники стійкості досить невеликі для

обох сполук, що дає лише 1-2 бали (емаектину бензоат-абамектин).

### ВИСНОВКИ

За стійкістю у сільськогосподарських рослинах абамектин належить до помірно стійких пестицидів (3 клас небезпечності), емаектину бензоат – до не стійких (4 клас).

За величиною інтегрального показника небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів обидві досліджувані сполуки відносяться до 2 класу (небезпечні), що обумовлено їх відносно низькою величиною допустимої добової дози та широким спектром цільових культур для застосування препаратів на їх основі.

Отримані результати необхідно враховувати при вирішенні питання щодо розширення сфери застосування інсектицидних препаратів на основі абамектину та емаектину бензоату.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність потенційних та явних конфліктів інтересів, пов'язаних з рукописом.

Джерела фінансування. Фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації ця стаття не отримала.

### REFERENCES

- Burachek IV, Mykhaylenko NV. [Modern condition and perspective directions of agricultural development in Ukraine]. *Global national economy problems*. 2018;21:134-137. [in Ukrainian]. View at: <http://global-national.in.ua/archive/21-2018/27.pdf>

2. Markina I.A, Kobchenko M.Yu. [Preconditions for effective land use of agricultural enterprises in the system of social and economic development of Ukraine]. *Economics and management of food enterprises*. 2018;33:95-101. [in Ukrainian].  
View at:  
URL: [http://bses.in.ua/journals/2018/33\\_2018/21.pdf](http://bses.in.ua/journals/2018/33_2018/21.pdf)
3. Lyashyns'kyi VB. [Ecological and economic principles of the formation of non-traditional land use in Ukraine]. *Ahrosvit*. 2021;7-8:131-138. [in Ukrainian]. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.7-8.131.  
View at:  
Publisher Site: <http://www.agrosvit.info/?op=1&z=3428&i=17>
4. Voytsikhovska A, Kuts N. [Pesticides: great harm, little benefit]. *Environment People Low*. [in Ukrainian].  
View at:  
URL: <http://epl.org.ua/environment/pestytsydy-velyka-shkoda-mala-koryst/>
5. Goncharuk Ye.I. [Hygienic regulation of chemicals in the soil]. Moscow: Medicine. 1986. 320 p. [in Russian].
6. [Pesticides. Classification by degree of danger: DSanPiN 8.8.1.002-98, appr. 28.08.98]. Ministry of Health of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian].  
View at:  
Publisher Site: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va002282-98#Text>
7. Antonenko AM, Vavrinevych OP, Korshun MM, Omel'chuk ST, Stavnychenko PV. [Hygienic substantiation of the model for predicting the danger to humans when using agricultural products contaminated with pesticides (on the example of fungicides of the pyrazolecarboxamide class)]. Information letter about innovations in the field of health care. № 29-2018. Kyiv, 2018:6. [in Ukrainian].  
View at:  
URL: <http://ir.library.nmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf>
8. [On approval of food products, sets of non-food products and sets of services for the main social and demographic groups of the population]. Decree No. 780 of 11.10.2016. Cabinet of ministers of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian].  
View at:  
Publisher Site: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-%D0%BF#Text>
9. [Guidelines for the hygienic assessment of new pesticides]. Decree No 4263-87 of 13.03.87. Ministry of Health of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian].  
View at:  
Publisher Site: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va002282-98#Text>

Article history:  
Received: 18.07.2022  
Revision requested: 02.08.2022  
Revision received: 22.08.2022  
Accepted: 27.09.2022  
Published: 30.09.2022

## PREDICTION OF THE AVERMECTIN INSECTICIDES HAZARDOUS EFFECT ON HUMAN HEALTH WHEN CONSUMING PLANT PRODUCTS GROWN WITH THE APPLICATION OF FORMULATIONS BASED ON THEM

<sup>1</sup>Antonenko A.M., <sup>1</sup>Vavrinevych O.P., <sup>2</sup>Shpak B.I., <sup>1</sup>Tkachenko I.V., <sup>3</sup>Omelchuk S.T.

<sup>1</sup> Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>LCC «Syngenta», Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Hygiene and Ecology Institute of Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

inna.tkachenkoo@ukr.net

**Relevance.** In order to conduct agriculture and comply with food standards, it is necessary to create effective systems for controlling the content of pesticides active ingredients in agricultural crops, the food products quality, and assessing the risk of consuming food that may contain pesticide residues.

**Objective:** forecasting and assessment of the risk of consuming products contaminated with avermectin insecticides hazardous effect on human health.

**Materials and methods.** The actual content of abamectin and emamectin benzoate in vegetable, grain, stone fruits, berries, grapes, soybeans and green mass of plants was determined by the methods of gas chromatography and high-performance liquid chromatography. The  $\tau_{50}$  of the studied insecticides and the integral index of danger when using products contaminated by them were calculated.

**Results.** According to its stability in agricultural crops (grapes, cabbage, peaches, cherries) emamectin benzoate pertained to the 4th hazardous class (not stable); abamectin – to class 3 (moderately stable compounds) in grapes, pears, nuts, strawberries, apples, tomatoes; to the 4th class (non-persistent compound) – in cucumbers, eggplants, soybeans.

Abamectin and emamectin belong to the 2nd hazardous class according to integral index of danger when using pesticide-contaminated products value – dangerous. This is due to its high toxicity for warm-blooded animals and humans and a wide range of crops on which formulations based on the studied compounds are allowed to be used.

**Conclusion.** It was established that abamectin and emamectin benzoate belong to moderately persistent (3rd hazard class) and non-persistent (4th hazard class) pesticides according to their persistence in agricultural plants, respectively, and according to the value of integral index of danger when using pesticide-contaminated products value, both studied compounds belong to the 2nd class (dangerous).

**Key words:** abamectin, emamectin benzoate, persistency, hazard.