

UDC: 615.282.015.8:579.61

[https://doi.org/10.32345/USMYJ.2\(146\).2024.31-37](https://doi.org/10.32345/USMYJ.2(146).2024.31-37)

Received: February 10, 2024

Accepted: May 16, 2024

## Оцінка потенційної небезпечності споживання людиною харчових продуктів із сільськогосподарських культур, які піддавалися обробці інсектицидом Оберон Рапід 240 SC, КС

Ткаченко Інна, Антоненко Анна, Борисенко Андрій, Пельо Ігор

Кафедра гігієни та екології, Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

### Address for correspondence:

Tkachenko Inna

E-mail: [inna.tkachenkooo@ukr.net](mailto:inna.tkachenkooo@ukr.net)

***Анотація:** контаміновані харчові продукти є одними із основних шляхів надходження залишкових кількостей пестицидів в організм людини, що потребує встановлення відповідних нормативів і правил їх безпечного застосування. Новий інсектицидний препарат Оберон Рапід 240 SC, КС вивчали користуючись натурними та лабораторними методами дослідження, при обробці ним посівних культур (соняшник, кукурудза). Здійснено аналіз фізико-хімічних властивостей діючих речовин препарату – спіромезифену та абамектину; визначено вміст інсектицидів у вегетуючих рослинах; обґрунтовано гранично допустимі рівні їх у насінні соняшнику і зерні кукурудзи (спіромезифену – 0,002 мг/кг, абамектину – 0,01 мг/кг), в соняшниковій та кукурудзяній оліях (спіромезифену – 0,05 мг/кг, абамектину – 0,01 мг/кг). Отримані результати дозволили обґрунтувати строки до збирання врожаю – 30 діб та на основі розрахованих інтегральних показників небезпечності споживання харчових продуктів віднести спіромезифен і абамектин до 4/3 класу (мало/помірно небезпечні пестициди), відповідно.*

**Ключові слова:** абамектин, допустима добова доза, харчове забруднення, нормування, оцінка ризику, спіромезифен.

### Вступ

Вивчення впливу пестицидів на непрофесійні контингенти є одним із головних завдань провідних спеціалістів наукових установ та лабораторій, інститутів з нормування і регламентування пестицидів та агрохімікатів (Ткаченко, 2023). Хімічні препарати, у вигляді залишкових кількостей діючих речовин, в основному (до 80 %), до організму людини надходять з їжею (Коршун та ін., 2022). Продукція рослинного та тваринного походження, що піддавалася дії пестицидних засобів захисту рослин, здатна до накопичення сполук і може бути одним із шляхів міграції ксено-

біотиків, внаслідок чого негативний ефект їх впливу на здоров'я населення посилюється (Ткаченко, 2023; Коршун та ін., 2022). Тому, здійснення контролю над встановленням медико-санітарних нормативів, проведенням їх моніторингу та оцінка потенційних ризиків небезпечності є завданнями, які повинні регулюватися на законодавчому рівні.

### Мета

Мета дослідження полягає в проведенні гігієнічної оцінки потенційного негативного впливу на організм людини залишкових кількостей спіромезифену та абамектину (діючі речовини препарату Оберон Рапід 240 SC,

КС), при споживанні харчових продуктів із сільськогосподарської сировини, яка була оброблена досліджуваним пестицидом, беручи до уваги максимально допустимі рівні сполук у вегетуючих культурах з їх науковим обґрунтуванням.

**Матеріали та методи**

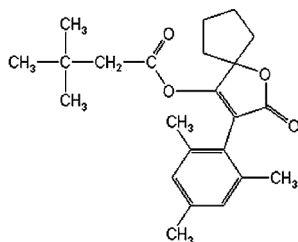
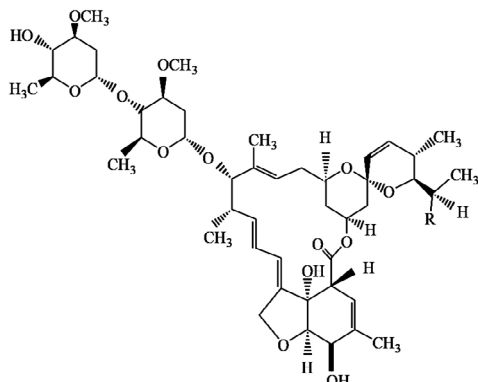
Оберон Рапід 240 SC, КС – препарат, який має комплексний вплив на шкодочинні організми завдяки своїм інноваційним властивостям. Його діючі речовини спіромезифен та абамектин (представники кетоенолів та авермектинів, відповідно) здатні до контактно-трансламінарного впливу (Abamectin EU, 2023; Spiromesifen EU, 2023). Перший є інгібітором синтезу ліпідів, другий – блокує нервові імпульси в комах і кліщів, у досліджуваному препараті вони містяться в кількості 228,6 г/л і 11,4 г/л, відповідно (Abamectin EU, 2024; Spiromesifen EU, 2024).

У таблиці 1 наведено основні фізико-хімічні властивості спіромезифену та абамектину (BPDB, 2024; PPDB, 2024).

Визначення можливого ризику для здоров'я людини при вживанні харчових продуктів, які можуть містити залишки спіромезифену та абамектину, проведено в кілька етапів. Перший етап дослідження включав попередній розрахунок безпечного вмісту досліджуваних сполук у кукурудзі та соняшнику, враховуючи допустиму добову дозу (ДДД) речовин і добове споживання продукції.

На наступному етапі дослідження нами була проведена оцінка органолептичних властивостей (зовнішній вигляд, колір, запах, розмір, форма) сировинної продукції, вирощеної із застосуванням препарату Оберон Рапід 240 SC, КС та здійснено порівняння її з контрольними зразками, відібраними на ділянках посівів соняшнику та кукурудзи без обробки.

**Таблиця 1.** Основні фізико-хімічні властивості інсектицидів спіромезифену та абамектину

Ознака	Спіромезифен	Абамектин
Емпірична формула	C <sub>23</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>	B <sub>1a</sub> : R= -CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ; B <sub>1b</sub> : R= -CH <sub>3</sub> ;
Відносна молекулярна маса	370,48	B <sub>1a</sub> – 873,11 B <sub>1b</sub> – 859,08
Тиск пари (при 25°C), мПа	7×10 <sup>-3</sup>	< 3,7×10 <sup>-6</sup>
Температура плавлення, °C	98	161,8–169,4 з розпадом
Розчинність у воді (при 20 °C), мг/дм <sup>3</sup>	0,13	1,21
Коефіцієнт розподілу н-октанол/вода (logK <sub>o/w</sub> )	4,55	4,4±0,3
Хімічна формула		
Розчинність в органічних розчинниках, г/дм <sup>3</sup>	гептані – 23, ацетоні, ксилолі, етилацетаті – 250	толуолі – 23, ацетоні – 72, метанолі – 13, октанолі – 83, етилацетаті – 160, дихлорметані – 470, гексані – 0,11

Умови і місця використання препарату Оберон Рапід 240 SC, КС наведені в таблиці 2.

Оцінюючи органолептичні властивості, паралельно проводили визначення залишкових кількостей спіромезифену та абамектину у вирощеному врожаї згідно з (МВ № 4263-87). Проби досліджуваних культур були відібрані та доставлені в лабораторію відповідно до (Уніфіковані правила відбору..., 1997).

Межа кількісного визначення спіромезифену (ВЕРХ) в зерні кукурудзи та насінні сояшнику дорівнює 0,02 мг/кг, межа виявлення – 0,007 мг/кг. Межа кількісного визначення спіромезифену (ВЕРХ) в кукурудзяній та сояшниковій оліях – 0,05 мг/кг, межа виявлення – 0,02 мг/кг. Межа кількісного визначення абамектину (ВЕРХ) в насінні сояшнику, зерні кукурудзи та їхніх оліях становить 0,01 мг/кг, межа виявлення – 0,003 мг/кг.

На наступному етапі ми оцінювали потенційний негативний вплив залишкових кількостей досліджуваних речовин на людину при ймовірному надходженні їх з харчовою продукцією. Для цього було проведено порівняння значення допустимого добового надходження (ДДН) інсектицидів з їжею (70 % від загального ДДН) із максимально можливим добовим надходженням ((максимально допустимий рівень) МДР × максимальне споживання) (МВ № 4263-87).

В результаті отриманих розрахунків провели визначено та оцінено інтегральні показники шкідливості спіромезифену та абамектину при споживанні харчових продуктів, потенційно забруднених пестицидами за методикою запропонованою в (Антоненко та Вавріневич, 2020). Для розрахунку врахували значення ДДД сполук, період напіврозпаду в

досліджуваних культурах та рівень споживання продукції.

### Результати

Величина ДДД спіромезифену становить 0,01 мг/кг, абамектину – 0,0002 мг/кг маси тіла за добу. Тоді, допустиме добове надходження (ДДН) речовини для людини масою 60 кг становитиме для спіромезифену  $0,01 \times 60 = 0,6$  мг/добу та абамектину  $0,0002 \times 60 = 0,012$  мг/добу.

Виходячи із принципу комплексного гігієнічного нормування та медико-санітарних нормативів, рекомендованих для спіромезифену та абамектину, можна розрахувати, що до організму людини може потрапити до 70% речовини (від його ДДН) з харчовими продуктами, як основним джерелом надходження пестицидів, тобто 0,42 та 0,0084 мг/кг спіромезифену та абамектину відповідно.

Для обґрунтування МДР досліджуваних інсектицидів нами була використана методика, наведена в (Держстандарт, 1998), а саме: добовою кількістю речовини, яка може потрапити в організм з їжею, водою та атмосферним повітрям, що не повинна бути більшою допустимої добової дози (ДДД) для людини; стандартами щодо безпечності для здоров'я органолептичних властивостей сировини та лімітуючими критеріями токсикологічних характеристик діючих речовин препарату.

Встановлено, що при зборі врожаю змін у зовнішньому вигляді, запаху, кольорі чи смаку продуктів досліджуваних культур, не виявлено у порівнянні з контрольними зразками сільськогосподарської продукції.

Вміст спіромезифену та абамектину в вегетуючих культурах, отриманий шляхом проведення 3-х визначень, представлено в таблиці 3 у вигляді середніх значень.

**Таблиця 2.** Умови застосування препарату Оберон Рапід 240 SC, КС

№ ділянки	Культура	Дата обробки	Норма витрати і кратність застосування	Місце обробки
1.	Сояшник	24.06.2021 15.07.2021	0,8 л/га, двократно	Миколаївська область Вознесенський район ДП ДГ «Зорі над Бугом», с. Яструбинове
2.	Кукурудза	12.07.2021 10.08.2021	0,8 л/га, двократно	Полтавська область, Полтавський район, с. Тахтаулове, ДП «ДГ «Тахтаулово»

Таблиця 3. Вміст спіромезифену та абамектину у соняшнику і кукурудзі

Доба після останньої обробки	Вміст, мг/кг			
	соняшник		кукурудза	
	спіромезифен	абамектин	спіромезифен	абамектин
День обробки	1,45±0,21 – кошики	0,026±0,004 – кошики	2,3±0,1 – качани	0,19±0,01 – качани
3	0,28±0,02 – кошики	0,005±0,004 – кошики	0,56±0,05 – качани	0,010±0,01 – качани
7	0,11±0,01 – кошики	<0,01* – кошики	0,42±0,03 – качани	0,032±0,02 – качани
14	0,05±0,001 – кошики	<0,01* – кошики	0,09±0,01 – качани	<0,01* – качани
21	0,02±0,01 – кошики, насіння	<0,01* – кошики	0,02±0,02 – зерно	<0,01* – качани
28	<0,02* – кошики, насіння	<0,01* – кошики, насіння	<0,02* – зерно	<0,01* – зерно
49 (врожай)	–	–	<0,02* – зерно <0,05* – олія	<0,01* – зерно, олія
63 (врожай)	<0,02* – насіння <0,05* – олія	<0,01* – насіння, олія	–	–

Примітки: 1. «\*» – нижче межі кількісного визначення (МКВ) спіромезифену в соняшнику і кукурудзі – 0,02 мг/кг, соняшниковій та кукурудзяній олії – 0,05 мг/кг; 2. «\*\*» – нижче межі кількісного визначення абамектину в соняшнику і кукурудзі – 0,01 мг/кг, соняшниковій та кукурудзяній олії – 0,01 мг/кг;

3. у контрольних зразках спіромезифену та абамектину не виявлено.

Результати наведені в таблиці 3 свідчать, що протягом вегетаційного періоду вміст спіромезифену та абамектину в соняшнику поступово знижувався і через 28 діб в насінні був нижче МКВ методу. При зборі врожаю соняшнику залишкові кількості спіромезифену та абамектину в насінні та олії також були нижче МКВ відповідного методу.

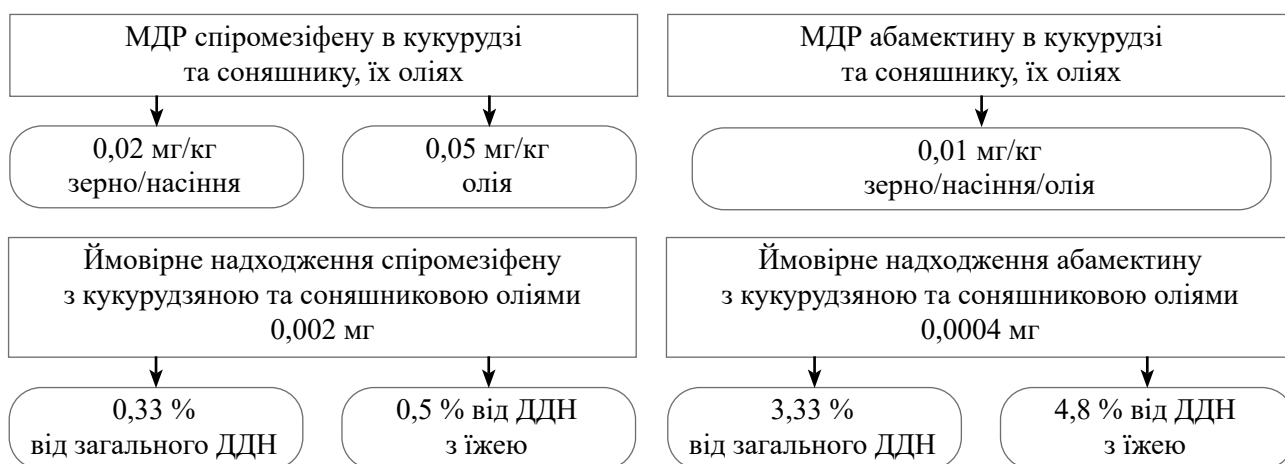
Вміст спіромезифену та абамектину в кукурудзі (табл. 3), аналогічно динаміці соняшнику, мав тенденцію до поступового зниження і уже через 28 діб в зерні був нижче МКВ методу. При збиранні врожаю кукурудзи залишкові кількості спіромезифену та абамектину в зерні та олії також були нижче МКВ відповідного методу.

Обґрунтування максимально допустимих рівнів досліджуваних інсектицидів в соняшнику та кукурудзі провели на основі результатів досліджень щодо встановлення їх залишкових кількостей. Для обґрунтування відповідності нормативам спіромезифену та абамектину, було здійснено розрахунок їх ймовірного фактичного надходження до організму людини з метою оцінки небезпечності для здоров'я.

Отримані величини МДР для спіромезифену та абамектину в соняшнику та кукурудзі, значення їх фактичного надходження з кукурудзяною і соняшnikовою олією, загальник відсоток допустимої добової норми та показник ДДН безпосередньо з їжею представлено на рис.1.

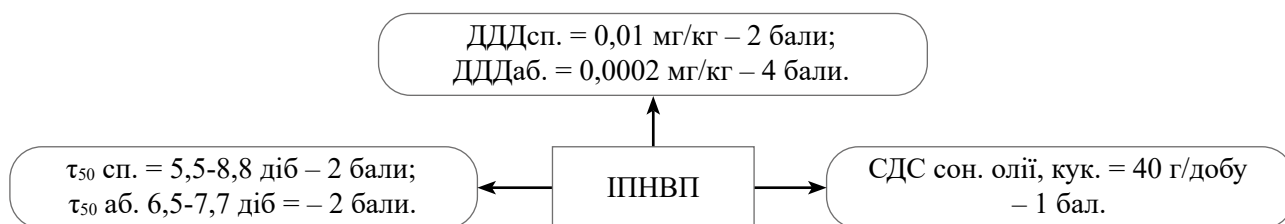
Отже, при дотриманні рекомендованих нормативів, споживання кукурудзи та соняшнику, вирощених із застосуванням препарату Оберон Рапід 240 SC, КС, для організму людини є безпечним. Отримані результати дозволили обґрунтувати строки очікування у 30 діб, які забезпечують безпечність збору врожаю кукурудзи та соняшнику через зазначений період.

За значенням інтегрального показника шкідливості при споживанні потенційно контамінованих харчових продуктів спіромезифен відноситься до малонебезпечних пестицидів (5 балів – 4 клас), абамектин – до помірно небезпечних пестицидів (7 балів – 3 клас). Ці результати дозволяють охарактеризувати їх за токсикологічними властивостями як малонебезпечні сполуки (рис. 2).



Примітки: 1. МДР – максимально допустимий рівень; 2. ДДН – допустиме добове надходження.

**Рис.1.** Величини МДР для спіромезифену та абамектину в соняшнику та кукурудзі, значення їх фактичного надходження з кукурудзяною і соняшниковою олією, загальний відсоток допустимої добової норми та показник ДДН безпосередньо з їжею.



Примітки: 1.  $\tau_{50}$  – період напівруйнування речовини; 2. сп. – спіромезифен; 3. аб. – абамектин; 6. ДДД – допустима добова доза для людини; 7. ПНВП – інтегральний показник небезпечності при потраплянні пестицидів у продукти харчування; 8. СДС – середньодобове споживання.

**Рис. 2.** Оцінка інтегрального показника небезпечності при надходженні спіромезифену та абамектину до організму людини із їжею.

Для спіромезифену цей показник зумовлений насамперед високим значенням ДДД та низькою стабільністю речовини у досліджуваних сільськогосподарських культурах. Враховуючи досить низьку допустиму добову дозу абамектину для організму людини, при оцінці вищезазначеного показника очікувалося більш небезпечна його дія на організм людини. Проте, здатність до швидкого розпаду інсектициду в соняшнику та кукурудзі, а також обмежене споживання вказаної продукції обумовило такий результат (рис.2).

### Обговорення

Згідно з базою даних пестицидів ЄС, значення MRL спіромезифену в кукурудзі і соняшнику складає 0,02 мг/кг та абамектину в кукурудзі і соняшнику складає 0,01 мг/кг (Abamectin EU, 2024; Spiromesifen EU, 2024),

тобто такі ж самі величини, які були встановлені нами. Порівнюючи ці розрахунки з максимально допустимими рівнями у тих же сільськогосподарських культурах найбільш поширених інсектицидних препаратів спостерігаємо тенденцію широкого діапазону їх значень. Так, МДР таких пестицидів, як лямбда-цигалотрину, емаектину бензоату, клотіанідину, ацетаміприду в кукурудзі є нижчими чим для спіромезифену у 2-2,5 рази; а для тіаметоксаму, біфентрину, піриміфос-метилу, навпаки, їх величини виявилися значно вищими у 2, 10, 250 разів відповідно (Ткаченко, 2023). Варто зазначити, що присутність більшості сполук у кукурудзяній та соняшниковій оліях не допускається зовсім.

Результати досліджень по іншим ксенобіотикам свідчать, що потенційні надходження

пестицидів до організму людини мають різні значення, залежно від їхніх величин ДДН з продуктами харчування: 10,1 % флубендіаміду, 9,1 % для емаектину бензоату, 20,2 % для спіромезифену (Ткаченко, 2023). Тобто, ДДН спіромезифену та абаектину з сировиною досліджуваних культур – в десятки разів менше за величини інших хімічних речовин. Аналізуючи дані, можемо говорити про перспективність використання інсектицидів, а також розширення самого асортименту культур, на яких можна буде застосовувати формуляції на основі досліджуваних сполук.

### Висновки

1. Результати натурних досліджень препарату Оберон Рапід 240 SC, KC з врахуванням оцінки органолептичних властивостей, даних щодо вмісту його діючих речовин у вивчених культурах, їх токсичності дозволили обґрунтувати максимально допустимі рівні спіромезифену та абаектину у посівних культурах – соняшнику і кукурудзі, які становили однакові величини для кожної з культур на рівні 0,02 мг/кг та 0,01 мг/кг, відповідно діючим речовинам. Значення допустимого рівня для соняшникової та кукурудзяної олії для спіромезифену дорівнювало 0,05 мг/кг і для абаектину на рівні 0,01 мг/кг.

2. Встановлено, що при вищезазначених нормативах та з урахуванням харчування, вплив спіромезифену через споживання соняшникової чи кукурудзяної олії на організм людини складатиме 0,33% від загальної допустимої дози та 0,5% від допустимої щоденної

дози з їжею, а для абаектину воно дорівнюватиме 3,33% від загального надходження, яке допустиме та 4,8% від допустимої кількості, яка може надійти до організму людини з харчовим раціоном.

3. Інтегральний показник ризику при вживанні харчових продуктів, які можуть містити досліджувані інсектициди свідчить про те, що спіромезифен належить до пестицидів з низьким рівнем небезпеки (4 клас), тоді, як абаектин до пестицидів з помірним ризиком (3 клас).

### Фінансування

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

### Конфлікт інтересів

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

### Згода на публікацію

Всі автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

### ORCID ID та внесок авторів

[0000-0002-2148-0934](https://orcid.org/0000-0002-2148-0934) (A,B,D) Tkachenko Inna

[0000-0001-9665-0646](https://orcid.org/0000-0001-9665-0646) (C,E,F) Antonenko Anna

[0000-0002-0211-607X](https://orcid.org/0000-0002-0211-607X) (A,C,D) Borysenko Andriy

[0000-0002-4764-102X](https://orcid.org/0000-0002-4764-102X) (F) Pelo Ihor

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of article.

## ЛІТЕРАТУРА

Антоненко А.М., Вавріневич О.П. Гігієнічне обґрунтування вдосконалення критеріїв відбору для проведення моніторингу хімічних речовин, що можуть впливати на функціонування щитоподібної залози (на прикладі пестицидів). 2020. Challenges of medical science and education: an experience of EU countries and practical introduction in Ukraine: collective monograph. Riga : Izdevnieciba "Baltija Publishing". С. 5-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.30525/978-9934-588-64-8-1>

Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН8.8.1.002-98: Затв. МОЗ України 28.08.98. Київ, 1998. 20 с.

Коршун М.М., Мартіянова Ю.В., Коршун О.М. Гігієнічна оцінка транслокації нових пестицидів у системі «грунт-рослина». Вісник медичних і біологічних досліджень. 2022. Вип. 4 (14). С. 29-34. DOI: <https://doi.org/10.11603/bmbr.2706-6290.2022.4>.

Методичні вказівки з гігієнічної оцінки нових пестицидів: МВ № 4263-87. Київ, 1988. 210 с.

Ткаченко І.В. Особливості гігієнічної регламентації інсектицидів класу похідних тетрамової і тетроної кислот в Україні: дис. ... доктор філософії (PhD): 26.003.089 / Нац. мед. ун. ім. О.О. Богомольця. Київ, 2023. 335 с.

Уніфіковані правила відбору проб сільськогосподарської продукції, харчових продуктів та об'єктів навколишнього середовища для визначення мікрокількостей пестицидів. Затв. МОЗ СССР 21.08.1997, № 2051-79.

Abamectin (sum of avermectin B1a, avermectin B1b and delta-8,9 isomer of avermectin B1a, expressed as avermectin B1a) (R) (F) / EU Pesticides database. URL: [https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=-details&pest\\_res\\_ids=8&product\\_ids=&v=1&e=search.pr](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=-details&pest_res_ids=8&product_ids=&v=1&e=search.pr) (date of access: 03.07.2023).

BPDB: Bio-Pesticides DataBase. Abamectin (Ref: MK 936). URL: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/Reports/8.htm> (date of access: 03.07.2023).

PPDB: Pesticide Properties DataBase. Spiromesifen. URL: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/598.htm> (date of access: 03.07.2023).

Spiromesifen / EU Pesticides database. URL: [https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=-details&pest\\_res\\_ids=375&product\\_ids=&v=1&e=search.pr](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=-details&pest_res_ids=375&product_ids=&v=1&e=search.pr) (date of access: 03.07.2023).

## Assessment of the potential danger of human consumption of food products from agricultural crops that were treated with the insecticide Oberon Rapid 240 SC, KS

Tkachenko Inna, Antonenko Anna, Borysenko Andriy, Pelo Ihor

Hygiene and Ecology Department № 1 of Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

### Address for correspondence:

Tkachenko Inna

E-mail: [inna.tkachenkooo@ukr.net](mailto:inna.tkachenkooo@ukr.net)

**Abstract:** contaminated food products constitute one of the primary routes for the entry of residual pesticide levels into the human body, necessitating the establishment of appropriate regulations and rules for their safe use. The new insecticide Oberon Rapid 240 SC, CS was studied using both field and laboratory research methods, applied to the crops such as sunflower and maize. An analysis of the physico-chemical properties of the active ingredients of the preparation – spiromesifen and abamectin – was conducted. The content of active ingredients in the growing plants was determined, and the permissible levels were justified in sunflower seeds and maize grains (spiromesifen – 0.002 mg/kg, abamectin – 0.01 mg/kg), in sunflower and maize oils (spiromesifen – 0.05 mg/kg, abamectin – 0.01 mg/kg). The obtained results allowed for the justification of harvest collection within 30 days, and based on the calculated integral hazard indicators, spiromesifen and abamectin were classified as Class 4/3 (slightly/moderately hazardous pesticides) for the consumption of food products, respectively.

**Key words:** [Acceptable Daily Intake](#), [Food Contamination](#), [Regulation](#), [Risk Assessment](#), abamectin, spiromesifen.



Copyright: © 2024 by the authors; licensee USMYJ, Kyiv, Ukraine.

This article is an open access article distributed under the terms

and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).