

UDC: 614.7:633.34:632.95

[https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(150\).2024.120-128](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(150).2024.120-128)

Received: September 03, 2024

Accepted: November 19, 2024

## Оцінка ризику для населення споживання сої, вирощеної при застосуванні пестицидів в системі хімічного захисту

**Олександр Вавріневич, Сергій Омельчук**Інститут гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця,  
м. Київ, Україна**Address for correspondence:**

Oleksandr Vavrinevych

E-mail: [vavrinevych113@ukr.net](mailto:vavrinevych113@ukr.net)

**Анотація:** застосування пестицидів в агропромисловому секторі України є невід'ємною умовою отримання високих врожайів і є найбільш поширеним засобом захисту сільськогосподарських культур. Актуальним залишається питання впливу комбінацій пестицидів, при їх застосуванні в системах хімічного захисту. Метою роботи була оцінка ризику для населення споживання сої, вирощеної при застосуванні пестицидів в системі хімічного захисту для прогнозування небезпеки їх впливу та зниження пестицидного навантаження на населення. В роботі використані методи натурного спостереження, математичного моделювання, хроматографічні, розрахункові і статистичні методи аналізу результатів. Отримані результати математичного моделювання показали, що в ґрунтово-кліматичних умовах України седаксан, флудіоксоніл, металаксил-М, прометрин, дикват руйнуються з  $\tau_{50} < 5$  діб, і належать до малостійких сполук, лямбда-цигалотрин руйнувався в рослинах сої з  $\tau_{50}$  в діапазоні 15-30 діб, що вказує на стійкість сполуки; абамектин, хлорантраніліпрол, азоксистробін, дифеноконазол, підіфлуметофен руйнувались у сої з  $\tau_{50}$  в діапазоні 5-14 діб, що свідчить про помірну стійкість згідно з ДСанПін 8.8.1.002-98. Було встановлено, що більшість досліджуваних діючих речовин за інтегральним показником небезпечності при вживанні продуктів (ПНВП) належать до 4 класу (малонебезпечні), за винятком абамектину, лямбда-цигалотрину і дифеноконазолу, які належать до помірно небезпечних сполук (3 клас). Розрахована загальна сумарна небезпека впливу залишкових кількостей діючих речовин при використанні сумішевого пестициду Вайбранс – становить 1,13 % від ДДД флудіоксонілу, Ампліго – 0,38 % від ДДД лямбда-цигалотрину, Амістар Голд – 1,32 % від ДДД дифеноконазолу і Міравіс Дуо – 1,09 % від ДДД дифеноконазолу. Розрахунок комбінованого впливу усіх складових системи хімічного захисту сої показали, що сумарна небезпека впливу залишкових кількостей діючих речовин (седаксан, флудіоксоніл, металаксил-М, прометрин, абамектин, хлорантраніліпрол, лямбда-цигалотрин, азоксистробін, дифеноконазол, підіфлуметофен, дикват) при застосуванні пестицидів Вайбранс, Гезагард, Вертімек, Ампліго, Амістар Голд, Міравіс Дуо, Реглон Форте становить 15,1 % від ДДД абамектину. Отримані результати показали, що комбінований вплив на людину пестицидів, як складових системи хімічного захисту сої, знаходиться в допустимих межах. Обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування (строки очікування до збору врожаю сої) для препаратів Вайбранс і Гезагард – не потребує, Реглон Форте – 6 діб, Амістар Голд, Ампліго, Міравіс Дуо, Вертімек – 30 діб.

**Ключові слова:** хімічний ризик, забруднення харчових продуктів, залишки пестицидів, громадське здоров'я, оцінка ризику, токсичність.

## Вступ

Соя – є одним з основних джерел білків рослинного походження. Соевий протеїн – за вмістом амінокислот близький до деяких білків тваринного походження (м'яса та молочних продуктів). Враховуючи дані властивості сої, останнім часом різко зросло виробництво рослинного білка та заміна білків тваринного походження з метою корекції здоров'я людини (Pingxu Qin, et al., 2022). Посівні площі, які використовуються під сою складають 2655,5 тис.га, що становить 11 % від загальної площі сільськогосподарських угідь (Державна служба статистики України, 2024). При вирощуванні сої, як і при вирощуванні інших культур, передбачено використання пестицидів. На сьогоднішній день налічується близько 3900 пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Державний реєстр пестицидів, 2024). Асортимент пестицидів постійно розширюється за рахунок пестицидів на основі синтезу нових речовин та комбінації відомих пестицидів в одній пестицидній формуляції. Так для захисту сої у 2024 році використано 80 гербіцидів (похідні амонійних сполук, імідазолінонів, оксазолів, сульфонілсечовин та ін.), 43 інсектициди (класу авермектинів, неонікотиноїдів, піретроїдів та ін.), 69 фунгіцидів (класу триазолів, стробілуринів, сечовин, карбаматів, анілідів та ін.). Сумарно для захисту посівів сої у минулому році було використано 2185,7 тон

пестицидів (Державна служба статистики України, 2024).

Дана ситуація вимагає оцінки ризику для населення небезпечного впливу пестицидів, як при їх ізольованому впливі, так і при застосуванні систем хімічного захисту, оскільки ймовірний комбінований вплив пестицидів на здоров'я людини при послідовному внесенні або використанні комбінованих пестицидних формуляцій є вищим (Яструб, А. М., & Омельчук, С. Т., 2022).

## Мета

Оцінка ризику для населення при споживанні сої, вирощеної при застосуванні пестицидів в системі хімічного захисту для прогнозування небезпеки їх впливу та зниження пестицидного навантаження на населення.

## Матеріали та методи

Для дослідження обрано пестициди різних груп та класів, які рекомендовано до послідовного застосування на різних етапах вегетації сої (Рис. 1).

Дослідження проведені згідно національних рекомендацій та з урахуванням підходів ЄС (FAO, 1986; наказ МОЗ № 289 від 25.06.2018; OECD No. 509, 2021). В роботі використано метод натурного експерименту, математичного моделювання і прогнозування, хроматографічні і статистичні методи. Під час виконання натурних спостережень відбирали проби сої (n = 3) протягом періоду вегетації, починаючи з доби обробки (через 1 годину),

Група пестицидів	Етап вегетації культури при застосуванні пестициду	
	До сівби / До сходів	Після сходів
Протруйники насіння	Вайбранс (седаксан, 50 г/л + флудіоксоніл, 25 г/л + металаксил-М, 37,5 г/л) /	–
Гербіциди	/ Гезагард (прометрин, 500 г/л)	–
Інсектициди	–	Вергімек (абамектин, 18 г/л)
	–	Ампліго (хлорантраніліпрол, 100 г/л, лямбда-цигалотрин, 50 г/л)
Фунгіциди	–	Амістар Голд (азоксистробін, 125 г/л, дифеноконазол, 125 г/л)
	–	Міравіс Дуо (підіфлуметофен, 75 г/л, дифеноконазол, 125 г/л)
Десиканти	–	Реглон Форте (дикват іон, 200,0 г/л)

Рис. 1. Система хімічного захисту сої

через 3, 7, 14, 21, 28 діб та при зборі врожаю сої з наступним хроматографічним аналізом досліджуваних матриць (зелена маса рослин, зерно, олія) (табл. 1). Визначення вмісту діючих речовин (д.р.) в сої та зеленій масі рослин проводили методами високоефективної рідинної (ВЕРХ) та газової хроматографії (ГРХ), офіційно затвердженими МОЗ України.

Результати натурних досліджень проаналізовано за допомогою методу математичного моделювання поведінки пестицидів у сої та розраховано параметри стійкості пестицидів: константа швидкості руйнації ( $k$ ), період напівруйнації ( $T_{50}$ ) (Generic guidance. EU, 2011), які використані для оцінки небезпечності досліджуваних пестицидів на стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах (ДСанПін 8.8.1.002-98).

Оцінку ризику для населення здійснювали за методиками, запропонованими фахівцями Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (Антоненко А.М., Вавріневич О.П. та ін, 2018), за інтегральним показником небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП), а також оцінювали ймовірний комбінований вплив пестицидів при їх застосуванні в системі хімічного захисту сої (Яструб, А. М., Омельчук, С. Т., 2022). Методика передбачає оцінку відносного потенційного фактору (ВПФ). Для цього вибирали діючу речовину як «індексну сполуку», а ВПФ інших речовин розраховували відносно індексної. Комбінований вплив оцінювали з поправкою на ВПФ.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програм MedStat v.5.2 (Copyright© 2003-2019) та Microsoft® Excel® для Microsoft 365 MSO (версія 2305 збірка 16.0.16501.20074).

### Результати

Натурні спостереження показали, що після передпосівної обробки насіння сої препаратом Вайбранс та висіву обробленого насіння, а також після застосування гербіциду Гезегард, їх діючі речовини не було виявлено в сої у всі терміни спостереження. В ході натурних експериментів з вивчення динаміки вмісту інсектицидів (Вертімек, Ампліго), фунгіцидів (Амістар Голд, Міравіс Дуо) та десиканту (Реглон Фор-

те) в сої виявлено, що залишки практично усіх діючих речовин поступово зменшувались у сої протягом періоду вегетації культури та при зборі врожаю не перевищували МДР у сої (МДР в сої (зерно): седаксану – 0,01 мг/кг, флудіоксонілу – 0,4 мг/кг, металаксилу-М – 0,4 мг/кг, прометрину – 0,1 мг/кг, абамектину – 0,01 мг/кг, хлорантраніліпролу – 0,05 мг/кг, лямбда-цигалотрину – 0,02 мг/кг, азоксистробіну – 0,2 мг/кг, дифенокназолу – 0,05 мг/кг, підіфлуметофену – 0,04 мг/кг, диквату – 0,5 мг/кг, МДР в сої (олія): седаксану, флудіоксонілу, металаксилу-М, абамектину, азоксистробіну, хлорантраніліпролу, диквату, дифенокназолу – не потребує, прометрину – 0,1 мг/кг, підіфлуметофену – 0,05 мг/кг, лямбда-цигалотрину – 0,02 мг/кг) (Рис. 2).

Процеси деградації досліджуваних пестицидів в сільськогосподарських культурах в ґрунтово-кліматичних умовах України підкорялися експоненційній залежності. Розраховані коефіцієнти детермінації ( $R^2$ ) знаходились в діапазоні від 0,6 до 0,9, які вказують на адекватний вибір експоненційних рівнянь для моделювання поведінки досліджуваних пестицидів (Рис. 2).

Математичний аналіз отриманих результатів в ході натурних досліджень динаміки вмісту пестицидів в сої показав, що в ґрунтово-кліматичних умовах України діючі речовини седаксан, флудіоксоніл, металаксил-М, прометрин, дикват руйнуються з  $T_{50} < 5$  діб і відповідно, за стійкістю у вегетуючих сільськогосподарських рослинах належать до малостійких (IV клас) (ДСанПін 8.8.1.002-98).  $T_{50}$  лямбда-цигалотрину був в діапазоні 15-30 діб, що вказує на II клас небезпечності (стійкі сполуки). Усі інші діючі речовини руйнувались в сої протягом періоду вегетації з  $T_{50}$  в діапазоні 5-14 діб, що свідчить про помірну стійкість (III клас) (ДСанПін 8.8.1.002-98) (табл. 1).

Оцінку ризику для населення при споживанні сої здійснювали з використанням показника ІПНВП. Було встановлено, що більшість досліджуваних діючих речовин пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах належать до 4 класу (малонебезпечні), за винятком абамектину, лямбда-цигалотрину, дифенокназолу, які належать до помірно небезпечних сполук (3 клас) (табл. 1).

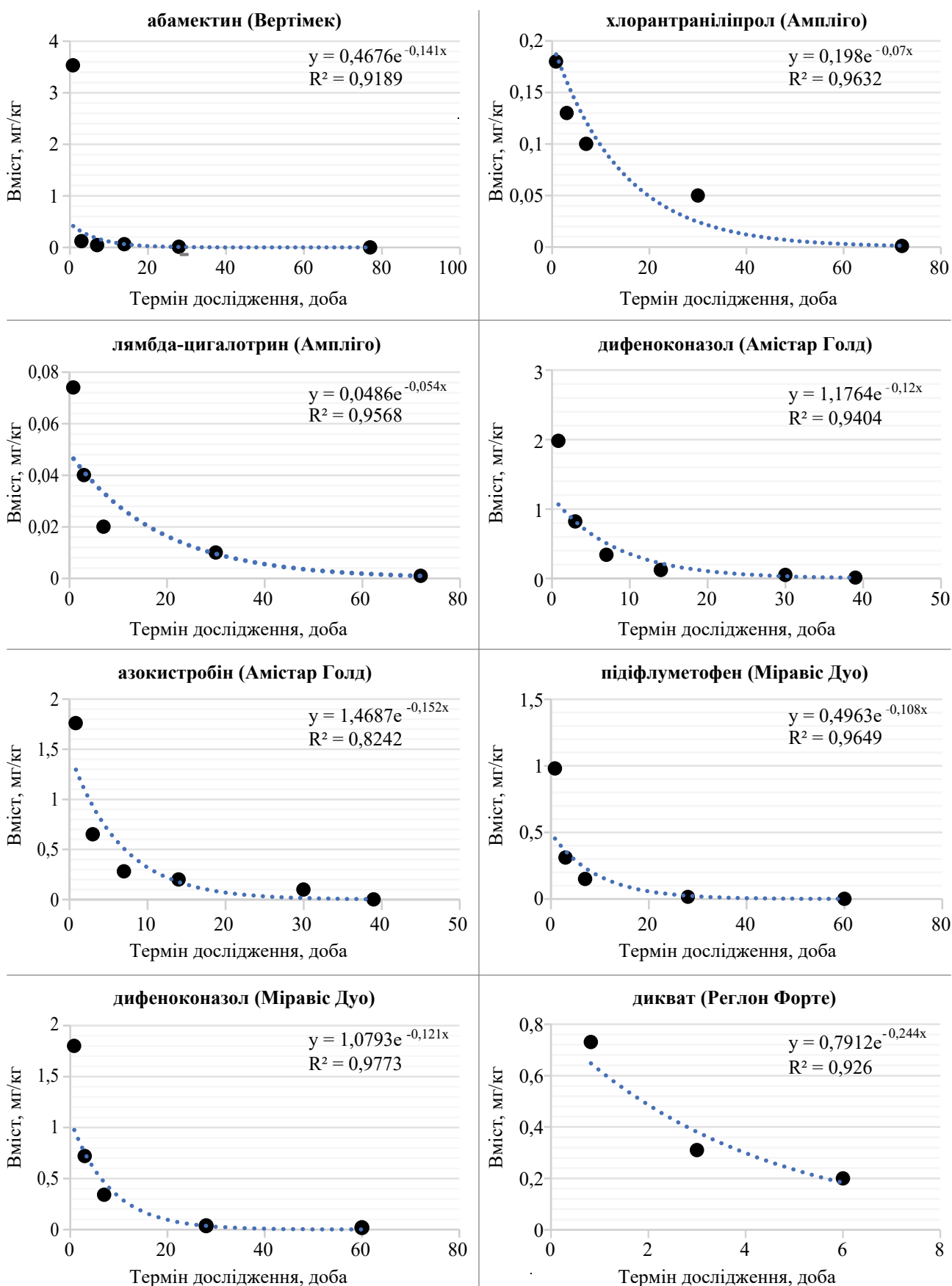


Рис. 2. Дослідження динаміки вмісту пестицидів в сої

Таблиця 1. Показники небезпечності пестицидів при вживанні контамінованої сої

Показник	Вайбранс		Гезагард	Вертімек	Ампліго		Амістар Голд		Міравіс Дуо		Реглон Форте
	селаксан	флуїди-ксоніл			метала-М	про-метрин	аб-актин	хлорантра-ніліпрол	лмвдла-пнлглатрнн	азоксн-стробн	
T <sub>50</sub> в рослинах, доба <sup>1</sup>	<5	<5	<5	11,7±0,2	6,8±0,1	21,6±1,0	6,4±0,2	5,4±0,2	9,8±0,2	8,2±0,2	2,9±0,3
бали	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1
T <sub>50</sub> в рослинах, доба <sup>2</sup>	-	9,2±2,8	12,4±8,1	8,5±4,1	3,9±1,8	19,9±1,2	8,4±2,8	11,3±5,3	20,2±6,0	11,3±5,3	2,3±0,5
бали	-	2	2	2	1	3	2	2	3	2	1
Достовірність розходжень t <sup>1</sup> -t <sup>2</sup> *	-	-	-	0,77	1,55	0,13	0,69	1,12	1,69	0,59	1,04
ДДД <sup>3</sup> , мг/кг	0,1	0,015	0,03	0,0002	0,02	0,003	0,03	0,002	0,03	0,002	0,002
бали	1	2	1	4	2	3	1	3	1	3	3
ADI, мг/кг	0,11	0,37	0,08	0,0012	1,56	0,0025	0,2	0,01	0,09	0,01	0,002
бали	1	1	1	4	1	3	1	2	1	2	3
середнє споживання продукту (бобові/ олія), г/добу <sup>4</sup>											
5,2/19,5											
бали	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Бали	3	4	3	7	5	7	4	6	4	6	5
ІПНВП <sup>1</sup>	МН	МН	МН	ПН	МН	ПН	МН	ПН	МН	ПН	МН
Бали	3	4	4	7	3	7	4	5	5	5	5
ІПНВП <sup>2</sup>	МН	МН	МН	ПН	МН	ПН	МН	МН	МН	МН	МН

Примітки: 1. T<sub>50</sub><sup>1</sup> – період напівруйнації пестициду в рослинах в ґрунтово-кліматичних умовах України; 2. T<sub>50</sub><sup>2</sup> – період напівруйнації пестициду в рослинах в ґрунтово-кліматичних умовах країн ЄС та ін. країн світу (PPDB, 2024; EFSA, 2019, 2024; Australian Pesticides and Veterinary Authority, 2024); 3. ДДД – допустима добова доза, мг/кг (наказ МОЗ №55, 02.02.2016 (зі змінами)); 4. ADI – допустима добова доза, мг/кг (країн ЄС та ін. країн світу); 5. ІПНВП<sup>1</sup> – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (Україна); 6. ІПНВП<sup>2</sup> – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (країн ЄС та світу); 7. «<-» – дослідження не проводили; 8. \* – споживання продукту згідно з (Постанова КМ України № 780 від 11.10.2016), 9. МН – малонебезпечні, 10. ПН – помірно небезпечні; 11. \* – розходження не достовірні за критерієм Стьюдента (t) при p>0,05.



Таблиця 2. Оцінка комбінованого впливу пестицидів на здоров'я людини при їх застосуванні в системі хімічного захисту сої

Препарат	Діюча речовина	ДДД, мг/кг	Е, мг/кг/добу	ВПФ	Е-ВПФ <sup>1</sup> , мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*	Нсум <sup>1</sup> , мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*	Е-ВПФ <sup>2</sup> , мг/кг м.т./добу	% від ДДД/с*
Вайбранс	седаксан	0,1	4,12×10 <sup>-06</sup>	0,2	6,18×10 <sup>-07</sup>	0,001	1,70×10 <sup>-04</sup>	1,13	2,47×10 <sup>-07</sup>	
	флудіоксоніл	0,015	1,04×10 <sup>-03</sup>	1,0	1,04×10 <sup>-03</sup>	6,940			6,59×10 <sup>-08</sup>	
	металаксил-М	0,03	9,88×10 <sup>-06</sup>	0,5	4,94×10 <sup>-06</sup>	0,016			8,23×10 <sup>-09</sup>	
Гезагард	прометрин	0,005	4,12×10 <sup>-05</sup>	–	–	–	–	2,20×10 <sup>-06</sup>	–	
Вертітек	абамектин	0,0002	2,47×10 <sup>-07</sup>	–	–	–	–	1,65×10 <sup>-06</sup>	–	
Ампліго	хлорантраніліпрол	0,02	2,06×10 <sup>-05</sup>	0,2	3,09×10 <sup>-06</sup>	0,015	1,13×10 <sup>-05</sup>	0,38	2,06×10 <sup>-07</sup>	
	лямбда-цигалогрин	0,003	8,23×10 <sup>-06</sup>	1,0	8,23×10 <sup>-06</sup>	0,274			5,49×10 <sup>-07</sup>	
Амістар Голд	азоксистробін	0,03	8,23×10 <sup>-06</sup>	0,07	5,76×10 <sup>-06</sup>	0,019	2,63×10 <sup>-05</sup>	1,32	5,49×10 <sup>-07</sup>	
	дифенокназол	0,002	2,06×10 <sup>-05</sup>	1,0	2,06×10 <sup>-05</sup>	1,029			2,06×10 <sup>-06</sup>	
Міравіс Дуо	підфлуметофен	0,03	1,65×10 <sup>-05</sup>	0,1	1,15×10 <sup>-06</sup>	0,004	2,17×10 <sup>-05</sup>	1,09	1,10×10 <sup>-07</sup>	
	дифенокназол	0,002	2,06×10 <sup>-05</sup>	1,0	2,06×10 <sup>-05</sup>	1,029			2,06×10 <sup>-06</sup>	
Реглон Форте	дикват	0,002	2,06×10 <sup>-04</sup>	–	–	–	–	–	2,06×10 <sup>-05</sup>	–
Нсум									3,03×10 <sup>-05</sup>	15,1

Примітки: 1. ДДД - допустима добова доза; 2. Е - денна експозиція пестициду; 3. ВПФ<sup>1</sup> - фактор відносного потенціалу для сумішевих формуляцій; 4. ВПФ<sup>2</sup> - , Е-ВПФ - фактор відносного потенціалу для системи хімічного захисту; Нсум<sup>1</sup> - загальна сумарна небезпека для сумішевих формуляцій; Нсум<sup>2</sup> - загальна сумарна небезпека для системи хімічного захисту.

Оцінка комбінованого впливу пестицидів на здоров'я людини при їх застосуванні в системі хімічного захисту сої наведена в табл. 2. Як виходить із даних, наведених в табл. 2, загальна сумарна небезпека впливу залишкових кількостей діючих речовин при використанні сумішевого пестициду Вайбранс становить 1,13 % від ДДД флудіоксонілу («індексна сполука»), Ампліго – 0,38 % від ДДД лямбда-цигалотрину («індексна сполука»), Амістар Голд – 1,32 % від ДДД дифеноконазолу («індексна сполука») і Міравіс Дуо 1,09 % від ДДД дифеноконазолу («індексна сполука»).

Враховуючи той факт, що досліджувані препарати запропоновані до послідовного використання в системі хімічного захисту, ймовірний комбінований вплив діючих речовин усіх пестицидних формуляцій при споживанні сої. У зв'язку з вищевикладеним, було виконано обчислення комбінованого впливу усіх складових системи хімічного захисту сої та встановлено, що сумарна небезпека впливу залишкових кількостей діючих речовин (седаксан, флудіоксоніл, металаксил-М, прометрин, абабектин, хлорантраніліпрол, лямбда-цигалотрин, азоксистробін, дифеноконазол, підіфлуметофен, дикват) при застосуванні пестицидів (Вайбранс, Гезагард, Вертімек, Ампліго, Амістар Голд, Міравіс Дуо, Реглон Форте) становить 15,1 % від ДДД абабектину («індексна сполука»). Отримані результати свідчать про допустимі межі комбінованого впливу досліджуваних пестицидів при споживанні сої, вирощеної при застосуванні системи хімічного захисту.

### Обговорення

Порівняльний статистичний аналіз величин показника стійкості у вегетуючих культурах ( $T_{50}$  в сої) досліджуваних груп пестицидів в сої (табл. 1) за результатами власних досліджень і даними літератури показав, що розходження не достовірні ( $p > 0,05$ ) (PPDB, 2024; EFSA, 2019, 2024; Australian Pesticides and Veterinary Authority. 2024). Для порівняння результатів, отриманих в ґрунтово-кліматичних умовах України з даними інших країн світу, було здійснено оцінку ризику (ІПНВП) з використанням затверджених величин ADI пестицидів та величин  $T_{50}$  у сої за даними літерату-

ри (PPDB, 2024; EFSA, 2019, 2024; Australian Pesticides and Veterinary Authority. 2024). Отримані результати розрахунків показали, що у більшості випадків класи небезпечності пестицидів за критерієм ІПНВП співпадають, за винятком дифеноконазолу, який є помірно небезпечним в ґрунтово-кліматичних умовах України. В той час як в країнах ЄС його можна класифікувати як мало небезпечний. Це пов'язано з більш жорсткими вимогами до встановлення величин ДДД дифеноконазолу, яка затверджена на порядок нижче на території України порівняно з країнами ЄС.

Оцінка комбінованого впливу діючих речовин при використанні сумішевих пестицидів та системи хімічного захисту сої показала, що він знаходиться в межах допустимого. Аналогічні результати було отримано при оцінці комбінованого впливу інших пестицидів при їх застосуванні для захисту яблуневих насаджень (Яструб, А. М., Омельчук, С. Т., 2022).

В результаті виконаних натурних досліджень було обґрунтовано медико-санітарні нормативи безпечного застосування (строки очікування до збору врожаю сої) препарату Вайбранс, Гезагард – не потребує, Реглон Форте – 6 діб, Амістар Голд, Ампліго, Міравіс Дуо, Вертімек – 30 діб.

### Висновки:

Встановлено, що за стійкістю у сої седаксан, флудіоксоніл, металаксил-М, прометрин, дикват належать до малостійких (IV клас), лямбда-цигалотрин – II клас небезпечності (стійкі сполуки), абабектин, хлорантраніліпрол, азоксистробін, дифеноконазол, підіфлуметофен – помірно стійкі (III клас небезпечності) згідно з ДСанПін 8.8.1.002-98.

Показано, що за величиною інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВП) більшість досліджуваних пестицидів належать до 4 класу (малонебезпечні), за винятком абабектину, лямбда-цигалотрину, дифеноконазолу, які належать до помірно небезпечних сполук (3 клас).

Доведено, що при чіткому дотриманні агротехнічних рекомендацій і обґрунтованих медико-санітарних нормативів (строки очікування до збору врожаю сої: для препарату Вайбранс, Гезагард – не потребує, Реглон

Форте – 6 діб, Амистар Голд, Ампліго, Міра-віс Дуо, Вертімек – 30 діб), комбінований вплив пестицидів в системі хімічного захисту сої знаходиться в допустимих межах.

#### Фінансування

Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

#### Конфлікт інтересів

Відсутній.

#### Згода на публікацію

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

#### ORCID ID та внесок авторів

[0009-0003-0819-4081](https://orcid.org/0009-0003-0819-4081) (A, B, C, D) Oleksandr Vavrinevych

[0000-0003-3678-4241](https://orcid.org/0000-0003-3678-4241) (A, F) Sergii Omelchuk

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

#### Література

Diquat. Review Technical Report. Australian Pesticides and Veterinary Authority. 2024. Available from: <https://www.PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/.apvma.gov.au/sites/default/files/2024-07/Diquat%20Review%20Technical%20Report%202024.pdf>

European Food Safety Authority (EFSA); Arena M, Auteri D, Brancato A, et al. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pydiflumetofen. EFSA J. 2019 Oct 11;17(10):e05821. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5821. PMID: 32626121; PMCID: PMC7008818.

Generic guidance for Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. (2011) / EU. Available from: [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/projects\\_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticsvc\\_1\\_0\\_Nov23.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/projects_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticsvc_1_0_Nov23.pdf)

Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME. - 1986.

OECD Test Guideline No. 509 (OECD Guideline for Testing of Chemicals, Guideline N.509 “Crop Field Trial”). Adopted: 14 June 2021. -p. 58.

Pingxu Qin, Taoran Wang, Yangchao Luo, A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development, Journal of Agriculture and Food Research, Volume 7, 2022, 100265, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100265>.

PPDB: Pesticide Properties Data Base. 2024. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>.

Updated peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pydiflumetofen (2024). EFSA Journal. Available from: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8559>

Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Ставніченко П.В. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування небезпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів). Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я № 29-2018. Київ, 2018. 4 с.

Державна служба статистики України. Сільське, лісове та рибне господарство: Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур (2018-2022). URL.: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (2024). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>.

Державні санітарні норми і правила. «Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН 8.8.1.002-98). Затв. Постановою головного державного санітарного лікаря України від 28.08.1998 № 2. – 20 с.

Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.02.2016 № 55 «Про затвердження Гігієнічних нормативів і регламентів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.02.2016 р. за № 207/28337 (із змінами).

Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 04.04.2023 р. №625 «Про затвердження Порядку встановлення максимально допустимих рівнів залишків пестицидів у/на харчових продуктах і кормах рослинного та тваринного походження», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 26.05.2023 р. за № 887/39943.

Постанова КМ України № 780 від 11.10.2016 р. «Про затвердження продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення». 2016.



Яструб, А. М., & Омельчук, С. Т. (2022). Гігієнічне регламентування безпечного застосування комбінованих пестицидів в системі захисту яблуневих насаджень від шкідників, хвороб і бур'янів. *Environment & Health*. 102;1. 53–60. Available from: <http://ir.library.nmu.com/handle/123456789/5895>

## Risk assessment for the population consuming soybeans grown with the use of pesticides in the chemical plant protection system

Oleksandr Vavrinevych, Sergii Omelchuk

Institute of Hygiene and Ecology of Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

### Address for correspondence:

Oleksandr Vavrinevych

E-mail: [vavrinevych113@ukr.net](mailto:vavrinevych113@ukr.net)

**Abstract:** *the use of pesticides in the agro-industrial sector of Ukraine is an essential condition for obtaining high yields and is the most common means of protecting agricultural crops. The issue of the impact of pesticide combinations when they are used in chemical plant protection systems remains relevant. The work aimed to assess the risk to the population consuming soybeans grown with the application of pesticides in the chemical plant protection system, predict the danger of their impact, and reduce the pesticide load on the population. We use methods of in-field hygienic observation, mathematical modelling, chromatography, calculation, and statistical analysis in the work. The obtained results of mathematical modelling showed that in the soil and climatic conditions of Ukraine, sedaxan, fludioxonil, metalaxyl-M, promethrin, and diquat are degraded with half-lives ( $\tau_{50}$ ) < 5 days and pertain to low-stable compounds, lambda-cyhalothrin was degraded in soya plants with  $\tau_{50}$  in the range of 15-30 days, which indicates the persistency of the compound; abamectin, chlorantraniliprole, azoxystrobin, difenoconazole, and pydiflumetofen were degraded in soya plants with  $\tau_{50}$  in the range of 5-14 days, which indicates moderate persistency according to State Sanitary Norms and Rules 8.8.1.002-98. Findings showed that the majority of the studied active substances, according to the integral indicator of hazard when consuming foodstuffs (IIHCF), pertain to class 4 (low risk), except for abamectin, lambda-cyhalothrin and difenoconazole, which pertain to moderately hazardous compounds (class 3). The calculated total cumulative risk of exposure to residual quantities of active substances when using the Vibrance mixed pesticide is 1.13% of fludioxonil ADI, Ampligo – 0.38% of lambda-cyhalothrin ADI, Amistar Gold – 1.32% of difenoconazole ADI and Miravis Duo – 1.09% of difenoconazole ADI. Calculating the combined effect of all components in the chemical protection system of soya plants showed that the total hazard of exposure to active substance residual quantities (sedaxan, fludioxonil, metalaxyl-M, promethrin, abamectin, chlorantraniliprole, lambda-cyhalothrin, azoxystrobin, difenoconazole, pydiflumetofen, and diquat) when using Vibrance, Gezagard, Vertimek, Ampligo, Amistar Gold, Miravis Duo, and Reglon Forte pesticides is 15.1% of abamectin ADI. Findings showed that the combined effect of pesticides (as components of the soya chemical protection system) on humans is within acceptable limits. The medical and sanitary standards for safe application (preharvest intervals for soybeans) are substantiated: for the Vibrance and Gezagard preparations – not required, Reglon Forte – 6 days, Amistar Gold, Ampligo, Miravis Duo, and Vertimek – 30 days.*

**Key words:** [Food Contamination](#); [Pesticide Residues](#); [Public Health](#); [Risk Assessment](#); [Toxicity](#); chemical risk.



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/>).