

UDC: 614.31:504.5:632.95.024

[https://doi.org/10.32345/USMJ.4\(158\).2025.151-157](https://doi.org/10.32345/USMJ.4(158).2025.151-157)

Received: January 06, 2025

Accepted: September 01, 2025

Гігієнічна оцінка ризику для людини при вживанні овочів контамінованих фунгіцидами на основі дифеноконазолу

Павло Ставніченко, Наталія Мережкіна

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

Address for correspondence:

Pavlo Stavnichenko

E-mail: sv.stavnichenko@gmail.com

Анотація: Одним із ключових напрямків підвищення врожайності сільськогосподарських культур є використання хімічних засобів захисту рослин, зокрема пестицидів. Враховуючи зростання їх застосування через інтенсивні технології вирощування, дослідження стійкості пестицидів у сільськогосподарських культурах має велике значення для збереження якості та безпеки продукції. Неконтрольоване використання пестицидів, може негативно впливати на здоров'я, зокрема при їх застосуванні для обробки сільськогосподарської продукції. Метою нашої роботи була гігієнічна оцінка ризику для людини при споживанні овочів, контамінованих фунгіцидом на основі дифеноконазолу. Матеріали та методи дослідження включали визначення вмісту сполуки хімічного класу триазолів – дифеноконазолу в овочевих культурах (томатах, огірках, моркві, картоплі, капусті) в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Оцінено стійкість фунгіциду в різних овочевих культурах, розраховано показники його періоду напівруйнування (t_{50}) та майже повного руйнування (t_{95}). Оцінка небезпечності пестицидів здійснювалася за інтегральним показником небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів, класифікованим за чотирма класами від малонебезпечних до надзвичайно небезпечних. Статистична обробка результатів проводилася з використанням програмних пакетів MedStat v.5.2 (Copyright © 2003-2019), Microsoft® Excel® для Microsoft 365 MSO (версія 2305, збірка 16.0.16501.20074) та Python 3.11. t_{50} дифеноконазолу в досліджуваних сільськогосподарських культурах в загальному складав $9,51 \pm 0,67$ доби. Необхідно зазначити, що t_{50} був достовірно найменшим в картоплі $5,9 \pm 0,55$ діб (95% ДІ 4,5-7,31), порівняно із іншими овочевими культурами. Порівняння отриманих результатів з літературними даними з інших країн показало, що періоди напіврозпаду дифеноконазолу в овочевих культурах є співставними і знаходяться в допустимих інтервалах. Розраховані параметри стійкості (t_{50}) дали змогу віднести дифеноконазол до III класу небезпечності в усіх досліджуваних культурах (ДСанПіН 8.8.1.002-98). При оцінці інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів (ППНВП) дифеноконазолу на організм людини було встановлено, що при вживанні контамінованої сільськогосподарської продукції досліджуваний фунгіцид належав до 3 класу небезпечності. Отримані результати повинні бути враховані при розгляді можливості розширення використання фунгіцидів на основі дифеноконазолу для забезпечення безпеки людини та ефективності застосування на різних рослинах.

Ключові слова: сільськогосподарські культури, забруднення навколишнього середовища, залишки пестицидів, пестициди, санітарні обстеження, напівруйнування.

Вступ

Одним із ключових напрямків підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а також збереження якості та кількості продукції є використання хімічних засобів захисту рослин. Застосування пестицидів щороку значно зростає через активне впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур [1,2]. Попри певні недоліки, цей метод залишатиметься найбільш дієвим інструментом для збереження врожаю сільськогосподарських культур через свою високу ефективність, економічну вигідність [3]. Оскільки пестициди є біологічно активними речовинами, їх неправильне використання може мати шкідливий вплив на здоров'я, особливо при їх застосуванні для захисту сільськогосподарської продукції, яка вживається в сирому вигляді і може бути контамінована пестицидами [4].

Мета

Гігієнічна оцінка ризику для людини при вживанні овочів контамінованих фунгіцидами на основі дифеноконазолу.

Матеріали та методи дослідження

Досліджено пестицидні формуляції (Ци-делі Топ, Скор, Протект Фунгус, Серкадіс Плюс, Скор, Кіер) на основі сполуки хімічного класу триазолів (дифеноконазол). Під час польових досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах України визначили реальний вміст досліджуваної сполуки в овочевих культурах (томатах, огірках, моркві, картоплі, капусті). Параметри стійкості досліджуваних фунгіцидів у сільськогосподарських культурах за ґрунтово-кліматичних умов України були визначені на основі аналізу результатів отриманих в натурних експериментах даних, проведених у різних районах країни. В ході дослідження відбирали проби плодів овочевих культур починаючи з дня після останньої обробки та з фіксованими інтервалами, 3-7 разів протягом вегетаційного сезону до моменту збирання врожаю. Для порівняння також відбирали контрольні проби до початку обробки культур, в яких досліджувані діючі речовини не були виявлені [5]. Визначення вмісту дифеноконазолу в плодах овочевих культур проводили методами офіційно затвер-

дженими методиками із застосуванням газорідинної хроматографії (ГРХ) №785-2007, №1195-2012, №1536-2018, №1654-2020.

Згідно з отриманими результатами, були розраховані показники стійкості дифеноконазолу (період напівруйнування (τ_{50}) та майже повного руйнування (τ_{95})) в вище перерахованих овочевих культурах. Отримані дані математичного моделювання дозволили спрогнозувати персистентність дифеноконазолу в овочевих культурах.

Для класифікації речовин за стабільністю у рослинах було використано ДСанПіН 8.8.1.002-98 (Держстандарт (1998)). Згідно з цією класифікацією, речовини поділяються на 4 класи в залежності від їх стабільності в рослинах: 1 – високостійкі (τ_{50} більше 30 діб), 2 – стійкі (τ_{50} від 15 до 30 діб), 3 – помірно стійкі (τ_{50} від 5 до 14 діб), 4 – мало стійкі (τ_{50} менше 5 діб). Результати власних досліджень були оцінені згідно з цією класифікацією для визначення стабільності пестицидів у рослинах.

Для оцінки ризику несприятливого впливу дифеноконазолу на здоров'я людини при споживанні овочевої продукції була використана методика, що враховує допустиму добову дозу (ДДД), період напівруйнування (τ_{50}) в рослинах та середньодобове споживання продукту [6]. Інтегральний показник небезпечності при вживанні контамінованих пестицидами продуктів (ІПНВП) оцінюється за шкалою: 4 клас (малонебезпечні) – 3-5 балів, 3 клас (помірно небезпечні) – 6-8 балів, 2 клас (небезпечні) – 9-11 балів, 1 клас (надзвичайно небезпечні) – більше 11 балів [7,8].

Статистична обробка результатів була виконана за допомогою пакету MedStat v.5.2 (Copyright © 2003-2019), Microsoft® Excel® для Microsoft 365 MSO (версія 2305, збірка 16.0.16501.20074) та Python 3.11. У Python використовували бібліотеки Numpy, Pandas, Statsmodels.api, scikit_posthocs, scipy.stats, а також веб-інтерактивне обчислювальне середовище Jupyter Notebook 7.0.8. Нормальність розподілу в досліджуваних групах оцінювали за допомогою тесту Шапіро-Вілка. Обробку даних було здійснено за допомогою методів варіаційної статистики з розрахунком середнього арифметичного значення, дисперсії,

середнього квадратичного відхилення та похибки. У всіх групах було встановлено нормальний розподіл даних ($p > 0,05$), тому для порівняння було використано критерій Ст'юдента.

Результати

Результати, отримані в ході натурних дослідження таблиці 1 та використання методу математичного моделювання дозволили розрахувати параметри стійкості досліджуваних сполук у вегетуючих сільськогосподарських культурах (τ_{50}). При розрахунку середнього періоду напіврозпаду дифеноконазолу в досліджуваних сільськогосподарських культурах було встановлено цей показник в досліджуваних овочевих культурах (в загальному) на рівні $9,51 \pm 0,67$ доби (95% ДІ 8,13-10,89), проте необхідно зазначити, що τ_{50} був достовірно найменшим в картоплі $5,9 \pm 0,55$ діб (95% ДІ 4,5-7,31) порівняно із іншими овочевими культурами (таблиця 2, рис 1). Між іншими комбінаціями культур, даної відмінності не було виявлено ($p = 0,056-0,508$ за критерієм Ст'юдента).

Для комплексної оцінки потенційної небезпеки впливу дифеноконазолу на організм людини при споживанні забруднених сільськогосподарських продуктів (томати, огірки, морква, картопля, капуста) за шкалою з чотирьох рівнів ми аналізували показники допустимої добової дози (ДДД), середньодобового споживання продукту та періоду напіврозпаду (τ_{50}) в рослинах (табл. 3) [2].

Оцінені значення (в балах) сумували для визначення загального рівня небезпеки при потраплянні в організм людини дифеноконазолу з харчовими продуктами. Було встановлено, що за стійкістю дифеноконазолу у сільськогосподарських культурах (томатах, огірках, моркві, картоплі, капусті) відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 віднесено до III класу небезпечності (помірно стійкий). При оцінці інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів (ПНВП) дифеноконазолу на організм людини було встановлено, що при вживанні контамінованої сільськогосподарської продукції досліджуваний фунгіцид належав до 3 класу небезпечності.

Обговорення

Отримані результати поведінки дифеноконазолу в овочевих культурах порівняли з результатами, отриманими в інших країнах світу [9-14]. Та було встановлено, що розраховані нами значення періодів напівруйнування, а саме діапазони 95% довірчого

Таблиця 1. Показники деградації дифеноконазолу в овочевих культурах

культура	Препарат	Показники швидкості руйнації $M \pm m$				Кінетичне рівняння	R^2
		* τ_{50} , доба	τ_{50} , доба	τ_{95} , доба	τ_{95} , доба		
томати	Циделі Топ	$10,56 \pm 2,2$	$10,79 \pm 0,87$	$45,92 \pm 9,85$	$46,94 \pm 3,81$	$y = 0,0339e^{-0,085x}$	0,98
	Скор	$10,22 \pm 1,84$		$44,44 \pm 8,02$		$y = 2,1218e^{-0,102x}$	0,96
	Протект Фунгус	$11,56 \pm 0,42$		$50,46 \pm 1,84$		$y = 0,1576e^{-0,06x}$	0,94
огірки	Циделі Топ	$8,13 \pm 0,66$	$8,13 \pm 0,66$	$35,36 \pm 2,88$	$35,36 \pm 2,88$	$y = 0,0812e^{-0,087x}$	0,89
морква	Циделі Топ	$16,06 \pm 1,18$	$12,21 \pm 1,88$	$69,85 \pm 5,15$	$53,12 \pm 8,1$	$y = 1,6162e^{-0,078x}$	0,94
	Серкадіс Плюс	$8,37 \pm 1,22$		$36,39 \pm 5,31$		$y = 2,1218e^{-0,102x}$	0,96
картопля	Скор	$7,11 \pm 1,51$	$7,11 \pm 1,51$	$30,89 \pm 0,91$	$30,89 \pm 0,91$	$y = 0,1081e^{-0,098x}$	0,97
капуста	Серкадіс Плюс	$4,70 \pm 0,07$	$6,76 \pm 0,92$	$50,46 \pm 1,84$	$29,42 \pm 4,03$	$y = 2,1218e^{-0,102x}$	0,96
	Кіер	$8,83 \pm 0,17$		$38,41 \pm 0,76$		$y = 2,1218e^{-0,102x}$	0,96

Примітки: t табличне становить 2,2 при $p = 0,05$ і $df = 3$; M – середнє арифметичне значення; m – похибка середнього арифметичного; τ_{50} – період напіврозпаду; τ_{95} – період розпаду 95 % вихідної кількості речовини; розходження не достовірно; * – розходження не достовірні за критерієм Ст'юдента (t) при $p > 0,05$; R^2 – Коефіцієнт детермінації.

Таблиця 2. Порівняння поведінки дифеноконазолу в овочевих культурах (незалежні вибірки, двостороння критична область)

Досліджувані культури		Овочеві	Томати	Огірки	Морква	Картопля	Капуста
Період напіврозпаду		τ ₅₀					
Капуста	τ ₅₀	0,340	0,056	0,365	0,133	0,002*	—
Картопля		<0,001*	0,001*	0,045**	0,018*	—	
Морква		0,115	0,461	0,188	—		
Огірки		0,508	0,128	—			
Томати		0,320	—				
Овочеві		—					
Достовірність розходжень (p)							

Встановлено статистично достовірну відмінність між середнім значенням періоду напіврозпаду дифеноконазолу в досліджуваних овочевих культурах (ANOVA-Велча: F-статистика=7,378 ($F_{crit}=3,730$); $p=0,007$)

Примітки: «*» – встановлено достовірну відмінність за критерієм Ст'юдента; «**» – при виконанні пост-хок тестів (Гамеса-Хоуелла та Тамхане) період напіврозпаду дифеноконазолу в огірках достовірно не відмінний від того, що спостерігався в картоплі ($p=0,214-0,233$, відповідно), на цей факт буде звернуто особливу увагу в майбутніх дослідженнях.

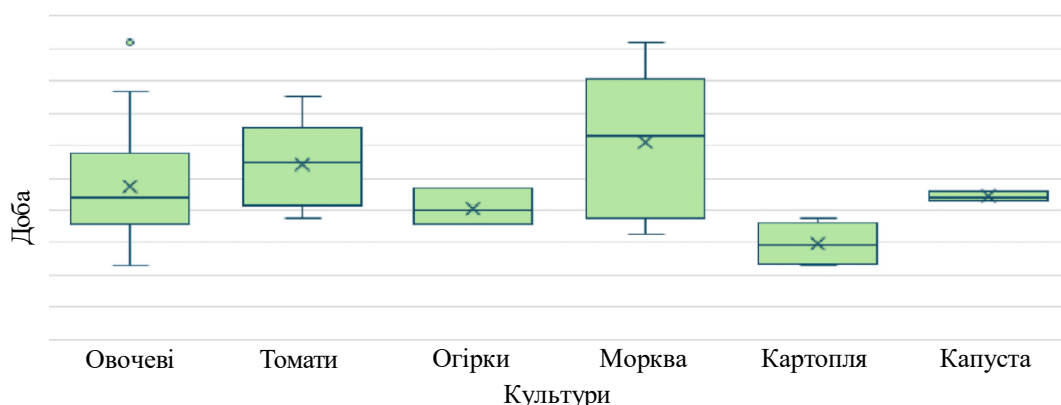


Рис. 1. Розподіл періоду напівруйнування (τ_{50}) із досліджуваних культур

Таблиця 3. Оцінки ризику несприятливого впливу дифеноконазолу на здоров'я людини при споживанні овочевої продукції, вирощеної при їх застосуванні

Культура	Середнє споживання продукту, г/добу	τ_{50} в рослинах, доба1	ДДД, мг/кг	ІПНВП	
				значення	клас
томати	68,5 / 1 бал	10,79±0,87 / 3 бали	0,002	7 балів	3
огірки	68,5 / 1 бал	8,13±0,66 / 3 бали		7 балів	3
морква	24,7 / 1 бал	12,21±1,88 / 3 бали		7 балів	3
картопля	260,3 / 3 бали	7,11±1,51 / 2 бали	3 бали	8 балів	3
капуста	76,7 / 1 бал	6,76±0,92 / 2 бали		6 балів	3
Всього	498,7 / 7 балів	9,51±0,67 / 3 бали	0,002 / 3 бали	13 балів	1

Примітки: 1. ДДД – допустима добова доза, мг/кг; 2. ІПНВП – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів; τ_{50} – період напіврозпаду

інтервалу практично не відрізняються від літературних (95% ДІ 8,77-12,82; 5,28-10,99; 7,38-17,05; 4,5-7,31; 8,08-9,59 діб для томатів, огірків, моркви, картоплі та капусти, відповідно). За даними літератури t_{50} дифеноконазолу складає в: томатах – 7,0-9,9 доби, огірках – 3,15-9,62 доби, моркві – 7,8-10,5 доби, капусті – 2,09-7,8 діб, що співпадає із нашими результатами (при порівнянні максимальних та мінімальних значень цих діапазонів не було виявлено статистичної відмінності: $p=0,286-0,556$ (тест Манна-Уїтні)).

Висновки

1. Встановлено, що дифеноконазол відноситься до помірно стійких засобів у сільськогосподарських рослинах (III клас небезпечності), що визначає його ефективність для використання на різних культурах.

2. Згідно з інтегральним показником небезпечності при споживанні контамінованих продуктів (ІПНВП), дифеноконазол належить до 3 класу небезпечності (помірно небезпечні), що пов'язано з його відносно низькою допустимою добовою дозою та широким спектром застосування на сільськогосподарських культурах.

3. Отримані результати повинні бути враховані при розгляді можливості розширення використання фунгіцидів на основі дифеноконазолу для забезпечення безпеки людини та ефективності застосування на різних рослинах.

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.

Використання III

Під час підготовки цього рукопису III-інструменти не використовувалися.

Author Contributions (CRediT taxonomy)

Conceptualization: Pavlo Stavnichenko (ORCID:[0000-0002-0358-9303](https://orcid.org/0000-0002-0358-9303));

Methodology: Nataliia Merezhkina (ORCID:[0000-0003-4197-2896](https://orcid.org/0000-0003-4197-2896))

Validation: Pavlo Stavnichenko, Nataliia Merezhkina ;

Formal Analysis: Pavlo Stavnichenko;

Investigation: Pavlo Stavnichenko, Nataliia Merezhkina ;

Resources: Pavlo Stavnichenko, Nataliia Merezhkina ;

Data Curation: Nataliia Merezhkina;

Writing – Original Draft Preparation: Pavlo Stavnichenko;

Writing – Review & Editing: Nataliia Merezhkina;

Visualization: Pavlo Stavnichenko.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисенко, А.А., Антоненко, А.М., Бардов, В.Г., Кондратюк, М.В., Подуст, А.О., Омельчук, С.Т. (2023). Аналіз динаміки асортименту дозволених до застосування в Україні пестицидів, обробка якими можлива з використанням сільськогосподарських дронів. Медична наука України [online], 19(№ 1), 98–103. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2023.13>
2. Pszczolińska, K., Barchańska, H., & Lalek, D. (2024). Comprehensive multiresidue chromatographic methods for monitoring pesticides in agricultural areas and corresponding plant protection zones. Environmental Pollution, 344, 123422. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123422>
3. Novohatska, O. (2017). Прогнозування розвитку гострих отруєнь у сільськогосподарських працівників при використанні пестицидів в системі хімічного захисту картоплі. The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal, 101(2), 20-24. [https://doi.org/10.32345/usmyj.2\(101\).2017.20-24](https://doi.org/10.32345/usmyj.2(101).2017.20-24)
4. Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Alsayegh, A. A., Zeyaulah, M., AlShahrani, A. M., Muzammil, K., Saati, A. A., Wahab, S., Elbendary, E. Y., Kambal, N., Abdelrahman, M. H., & Hussain, S. (2024). Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. Heliyon, 10(7), e29128. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29128>

5. Taleuzzaman, M. (2018). Limit of blank (LOB), limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ). *Organic & Medicinal Chemistry International Journal*, 7(5). <https://doi.org/10.19080/omcij.2018.07.555722>
6. Antonenko, A. M., & Vavrinevych, O. P. (2020). Гігієнічне обґрунтування вдосконалення критеріїв відбору для проведення моніторингу хімічних речовин, що можуть впливати на функціонування цитоподібної залози (на прикладі пестицидів). Challenges of medical science and education: an experience of eu countries and practical introduction in Ukraine, 5-25. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-64-8-1>
7. Omelchuk, S., Vavrinevych, O., Antonenko, A., & Bardov, V. (2019). Forecasting the risk of bifenthrin-based insecticides for human health when consuming agricultural products grown after their application. *One Health and Nutrition Problems of Ukraine*, 50(1), 28-33. <https://doi.org/10.33273/2663-9726-2019-50-1-28-33>
8. Borysenko, A. A., Antonenko, A. M., Aleksiiichuk, V., Kondratiuk, M., & Pelo, I. (2023). Comparative hygienic assessment of the potential diquat hazard to the population when consuming agricultural crops treated with the Reglone Air 200 SL formulation using different application technologies (UAV, aerial, high-clearance rod sprayer treatment). *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*, 76(6), 1478–1484. <https://doi.org/10.36740/WLek202306122>
9. Difenconazole. (n.d.). PPDB: Pesticide Properties Data Base. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/230.htm> (Last accessed: 06.01.2025).
10. Gao, Q., Hu, J., Shi, L., Zhang, Z., & Liang, Y. (2022). Dynamics and residues of difenoconazole and chlorothalonil in leafy vegetables grown in open-field and greenhouse. *Journal of Food Composition and Analysis*, 110, 104544. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104544>
11. Godara, R., Ahlawat, S., Chauhan, R., & Dhanker, P. (2022). Persistence of azoxystrobin and difenoconazole in tomato fruits following application of ready mix formulation and decontamination by household processing. *Pesticide Research Journal*, 34(2), 183-189. <https://doi.org/10.5958/2249-524x.2022.00028.0>
12. Maldonado-Reina, A. J., López-Ruiz, R., Marín Sáez, J., Romero-González, R., & Garrido Frenich, A. (2024). Tracing the dissipation of difenoconazole, its metabolites and co-formulants in tomato: A comprehensive analysis by chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry in laboratory and greenhouse trials. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 349, 123924. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123924>
13. Zhang, H., Chen, D., Han, Y., Chen, J., Dai, X., Kong, Z., & Yan, T. (2022). Residues and dissipation dynamics of six typical pesticides and three metabolites in cucumber by QuEChERS-ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 24(1), 168-176. <https://doi.org/10.16801/j.issn.1008-7303.2021.0126>
14. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.002-98: Затверджено постановою першого заступника Головного державного санітарного лікаря України від 28 серпня 1998 р. №2. Зб. Важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. Київ, 2000. Т. 9. Ч. 1. С. 249–266.

Hygienic risk assessment for humans from consuming vegetables contaminated with difenoconazole-based fungicides

Pavlo Stavnichenko, Nataliia Merezhkina

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Address for correspondence:

Pavlo Stavnichenko

E-mail: sv.stavnichenko@gmail.com

Abstract: One of the key directions for increasing agricultural crop yields is the use of chemical plant protection products, particularly pesticides. Considering the growing use of these products due to intensive cultivation technologies, the study of pesticide persistence in agricultural crops is of great importance for maintaining product quality and safety. Uncontrolled use of these substances may negatively affect human health, especially when employed for treating agricultural products. The aim of our study was to carry out a hygienic risk assessment for humans consuming vegetables contaminated with a difenoconazole-based fungicide. Materials and methods of the study included determining the content of the triazole-class compound, difenoconazole, in vegetable crops (tomatoes,

cucumbers, carrots, potatoes, cabbage) in various soil and climatic zones of Ukraine. The persistence of the fungicide in different vegetable crops was evaluated, and the values of its half-life period (τ_{50}) and near-total degradation period (τ_{95}) were calculated. The assessment of pesticide hazards was carried out using an integral hazard index in consumption of pesticide-contaminated products, classified into four categories ranging from low hazardous to extremely hazardous. Statistical processing of the results was performed using the software packages MedStat v.5.2 (Copyright © 2003-2019), Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (version 2305, build 16.0.16501.20074), and Python 3.11. The half-life (τ_{50}) of difenoconazole in the studied agricultural crops was 9.51 ± 0.67 days on average. It should be noted that the τ_{50} was significantly the shortest in potatoes, with a value of 5.9 ± 0.55 days (95% CI 4.5-7.31), compared to other vegetable crops. A comparison of the obtained results with published data from other countries showed that the half-life periods of difenoconazole in vegetable crops are comparable and fall within acceptable intervals. The calculated stability parameters (τ_{50}) allowed difenoconazole to be classified as belonging to Hazard Class III in all the studied crops (SSanN&R 8.8.1.002-98). When assessing the integral hazard index in consumption of pesticide-contaminated products (IHIPC) of difenoconazole on human health, it was found that when consuming contaminated agricultural products, the studied fungicide belonged to hazard class III. The obtained results should be taken into account when considering the possibility of expanding the use of difenoconazole-based fungicides to ensure human safety and the effectiveness of application on various plants.

Keywords: [Agricultural Crops](#), [Environmental Pollution](#), [Half-life](#), [Pesticide Residues](#), [Pesticides](#), [Sanitary Surveys](#).



Copyright: © 2025 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/>).