

**ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ  
ПРИ ВИМИВАННІ З ҐРУНТУ В ҐРУНТОВІ ВОДИ РІЗНИХ ГРУП  
ПЕСТИЦИДІВ, РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЛЯ ЗАХИСТУ  
ЯГІДНИХ ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР  
У ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ**

**Білоус О. С., Вавріневич О. П.**

**ВСТУП**

Надмірне використання, токсичність і екологічна стійкість пестицидів негативно впливають на біорізноманіття водних екосистем і здоров'я населення. Пестициди є однією з головних загроз для поверхневих вод, включаючи водно-болотні угіддя та їхні спільноти<sup>1</sup>. Будь-яка інформація про стійкість, розподіл ґрунт-вода-рослини та шляхи трансформації цих речовин у водних екосистемах є важливою для майбутнього ефективного управління пестицидами<sup>2</sup>.

Згідно чинного законодавства в Україні<sup>3, 4, 5</sup> кожний громадянин має право на споживання безпечних харчових продуктів, питної води та ін.

Однак широке використання пестицидів також означає, що вони з'являються та накопичуються в ґрунті, глині або у зразках води через гідрофобність молекул<sup>6</sup> та можуть негативно впливати на здоров'я населення при споживанні контамінованої пестицидами води<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Tang, F. H.M., Lenzen, M., McBratney, A. et al. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*. 2021. № 14. P. 206–210.

<sup>2</sup> Braschi, I., Blasioli, S., Lavnić, S., Buscaroli, E., Di Prodi, K., Solimando, D., & Toscano, A. Removal and fate of pesticides in a farm constructed wetland for agricultural drainage water treatment under Mediterranean conditions (Italy). *Environmental science and pollution research international*. 2022. № 29 (5). P. 7283–7299.

<sup>3</sup> Закон «Про систему громадського здоров'я» від 6 вересня 2022 р. № 2573-IX / *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення: 21.05.2023).

<sup>4</sup> Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» / *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text> (дата звернення: 21.05.2023).

<sup>5</sup> Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 року за № 452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22#Text> (дата звернення: 21.05.2023).

<sup>6</sup> Tóth, E., Tölgyesi, Á., Simon, A., Bálint, M., Ma, X., & Sharma, V. K. An Alternative Strategy for Screening and Confirmation of 330 Pesticides in Ground- and Surface Water Using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2022. № 27 (6). P. 1872.

<sup>7</sup> Md. Khalid Hasan, Abrar Shahriar, Kudrat Ullah Jim Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*. 2019. Vol. 5.

## 1. Закономірності поведінки різних груп пестицидів у ґрунті, при їх застосуванні на ягідних та баштанних культурах у приватному секторі

Натурні дослідження з визначення досліджуваних пестицидів проводили в різних ґрунтово-кліматичних зонах України в приватному секторі при використанні ранцевих обприскувачів. Загальна характеристика досліджуваних пестицидів наведена в таблиці 1.

Залишкові кількості д.р. препаратів у ґрунті здійснили методами газорідинної (ГРХ) та високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС) (табл. 1).

Таблиця 1

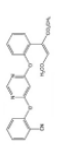
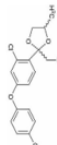
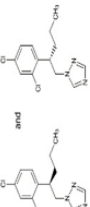
### Гігієнічні нормативи та межі визначення досліджуваних діючих речовин в ґрунті

| Діюча речовина | ГДК/ОДК, мг/кг | Метод [№ МВ]           | МКВ, мг/кг |
|----------------|----------------|------------------------|------------|
| фунгіциди      |                |                        |            |
| дифеноконазол  | /0,3           | ГРХ [6147-91]          | 0,02       |
| азоксистробін  | /0,3           | ВЕРХ [220-2000]        | 0,01       |
| пенконазол     | /0,1           | ГРХ [5009-89]          | 0,005      |
| металаксил-М   | /0,05          | ГРХ [206-2000]         | 0,05       |
| хлорокис міді  | 3,0/           | ААС [ДСТУ 4770.6:2007] | 0,1        |
| гербициди      |                |                        |            |
| S-метолахлор   | /0,02          | ГРХ [795-2007]         | 0,02       |
| інсектициди    |                |                        |            |
| абамектин      | /0,3           | ВЕРХ [1108-2011]       | 0,01       |

**Примітки:** 1) МВ – методичні вказівки; 2) МКВ – межа кількісного визначення; 3) ОДК – орієнтовно допустима концентрація; ГДК – гранично допустима концентрація; ГРХ – газорідинна хроматографія; ВЕРХ – високоефективна рідинна хроматографія; ААС – атомно-абсорбційна спектроскопія.

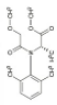
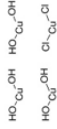
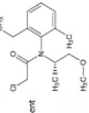

Визначення вмісту досліджуваних груп пестицидів в ґрунті показало, що практично усі аналізовані д.р. виявляли в початкові строки дослідження. Початкові концентрації склали для дифеноконазолу склали 0,05 мг/кг, азоксистробіну – 0,041 мг/кг, пенконазолу – 0,05–0,04 мг/кг, металаксилу-М – 0,06 мг/кг, міді (рухомі фази) – 0,63 мг/кг, S-метолахлору – 1,6 мг/кг, абамектину – 0,015 мг/кг.

Таблиця 2  
**Фізико-хімічні властивості досліджуваних пестицидів<sup>8</sup>, рекомендованих до застосування на ягідних та баштанних культурах в приватному секторі**

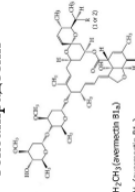
| Діюча речовина | Препарат        | Назва ІУРАС, структурна формула  | CAS RN      | Емпірична формула  | Відносна молекулярна маса | Тиск пари при 20 °С (МПА) | Коефіцієнт розподілу в системі октанол/вода |
|----------------|-----------------|--|-------------|--|---------------------------|---------------------------|---|
| 1              | 2               | 3  | 4           | 5  | 6                         | 7                         | 8   |
| Фунгіциди      |                 |  |             |  |                           |                           |   |
| Азоксистробін  | Амістар<br>Голд | метил(Е)-2-[2-(6-(2-ціанофенокси)піримідин-4-ілокси]феніл}-3-метоксинакрилат<br>  | 131860-33-8 | C <sub>22</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub>                    | 403,4                     | 1,10×10 <sup>-07</sup>    | 2,5   |
| Дифеноконазол  | Амістар<br>Голд | 3-хлор-4-((2RS, 4RS, 2RS, 4RS)-4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-ілметил)-1,3-діоксолан-2-іл)феніл 4-хлорфеніловий ефір<br> | 119446-68-3 | C <sub>19</sub> H <sub>17</sub> Cl <sub>2</sub><br>N <sub>3</sub> O <sub>3</sub> | 406,26                    | 3,3×10 <sup>-05</sup>     | 4,36  |
| Пенконазол     | Топаз, КЕ       | (RS)-1-[2-(2,4-дихлорфеніл)пентил]-1H-1,2,4-триазол<br>  | 66246-88-6  | C <sub>13</sub> H <sub>15</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>3</sub>                   | 284,18                    | 3,66×10 <sup>-01</sup>    | 3,72  |

<sup>8</sup> PPDB: Pesticide Properties Data Base. Available from: <http://sitem.hearts.ac.uk/aeru/footprint/en/>.

Продовження таблиці 2

| 1             | 2               | 3   | 4                      | 5   | 6      | 7                      | 8     |
|---------------|-----------------|---|------------------------|---|--------|------------------------|-------|
| Металаксил-М  | Ридоміл<br>Голд | метил N-(метоксипацитил)-N-(2,6-ксипіл)-<br>D-аланінат<br>   | 70630-17-0             | C <sub>13</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>4</sub>       | 279,33 | 3,3                    | 1,71  |
| Хлорокис міді | Ридоміл<br>Голд | міді хлорид тригідроксид<br>   | 1332-40-7<br>1332-65-6 | 3Cu<br>(OH) <sub>2</sub> CuCl <sub>2</sub>            | 213,6  | Не легкий              | 0,44  |
| Гербіциди     |                 |   |                        |   |        |                        |       |
| S-метолахлор  | Дуал<br>Голд    | суміш: (aRS,1S)-2-хлор-6'-етил-N-(<br>2-метоксн-1-метилетил)ацет-о-толуїлдіду<br>та 20-0% (aRS,1R)-2-хлор-6'-етил-N-<br>(2-метоксн-1-метилетил)ацет-о-толуїлдіду<br> | 87392-12-9             | C <sub>13</sub> H <sub>23</sub> ClN<br>O <sub>2</sub> | 283,79 | 3,7                    | 3,05  |
| Гліфосат      | Герболекс       | N-(фосфометил)глїцин<br>   | 1071-83-6              | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>5</sub> P       | 169,1  | 1,31×10 <sup>-02</sup> | -6,28 |

Закінчення таблиці 2

| 1         | 2        | 3   | 4          | 5   | 6     | 7                     | 8   |
|-----------|----------|---|------------|---|-------|-----------------------|-----|
|           |          | Інсектициди   |            |   |       |                       |     |
| Абамектин | Вертімек | <p>Суміш 80% (2aE, 4E, 8E)-<br/>(5S, 6S, 6'R, 7S, 11R, 13S, 15S, 17aR, 20R, 20aR, 20bS)-<br/>-6'-[(S)-дес-бутил]-<br/>5', 6', 6'', 7, 10, 11, 14, 15, 17a, 20, 20a, 20b-додекагідро-<br/>20, 20b-дигідроксид-5', 6, 8, 19-тетраметил-<br/>17-окспірол[1, 1, 1, 5-метано-2H, 1, 3H, 1, 7H-<br/>фуоро[4, 3, 2-рқ][2, 6]бензодіоксашиклокталенш-<br/>1, 3, 2'-[2H]піран]-7-іл 2, 6'-дидеоксид-4-О-(2, 6'-<br/>дидеоксид-3-О-метил-α-L-арабіно-<br/>гексапіранозил)-3-О-метил-α-L-арабіно-<br/>гексапіранозид та 20% (2aE, 4E, 8E)-<br/>(5S, 6S, 6'R, 7S, 11R,<br/>13S, 15S, 17aR, 20R, 20aR, 20bS)-<br/>5', 6', 6'', 7, 10, 11, 14, 15, 17a, 20, 20a, 20b-додекагідро-<br/>20, 20b-дигідроксид-6'-ізопропіл-5', 6, 8, 19-<br/>тетраметил-17-окспірол[1, 1, 1, 5-метано-<br/>2H, 1, 3H, 1, 7H-фуоро[4, 3, 2-рқ][2, 6]бензо-<br/>діоксаокталенш-1, 3, 2'-[2H]піран]-7-уї<br/>2, 6'-дидеоксид-4-О-(2, 6'-дидеоксид-3-О-метил-α-L-<br/>арабіно-гексапіранозил)-3-О-метил-α-L-арабіно-<br/>гексапіранозин</p>  <p>R<sup>1</sup> = -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (ізомерія 2H)<br/>R<sup>2</sup> = -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (ізомерія 5b)</p> | 71751-41-2 | C <sub>48</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub><br>+<br>C <sub>47</sub> H <sub>70</sub> O <sub>14</sub> | 866.6 | 3,7×10 <sup>-03</sup> | 4,4 |

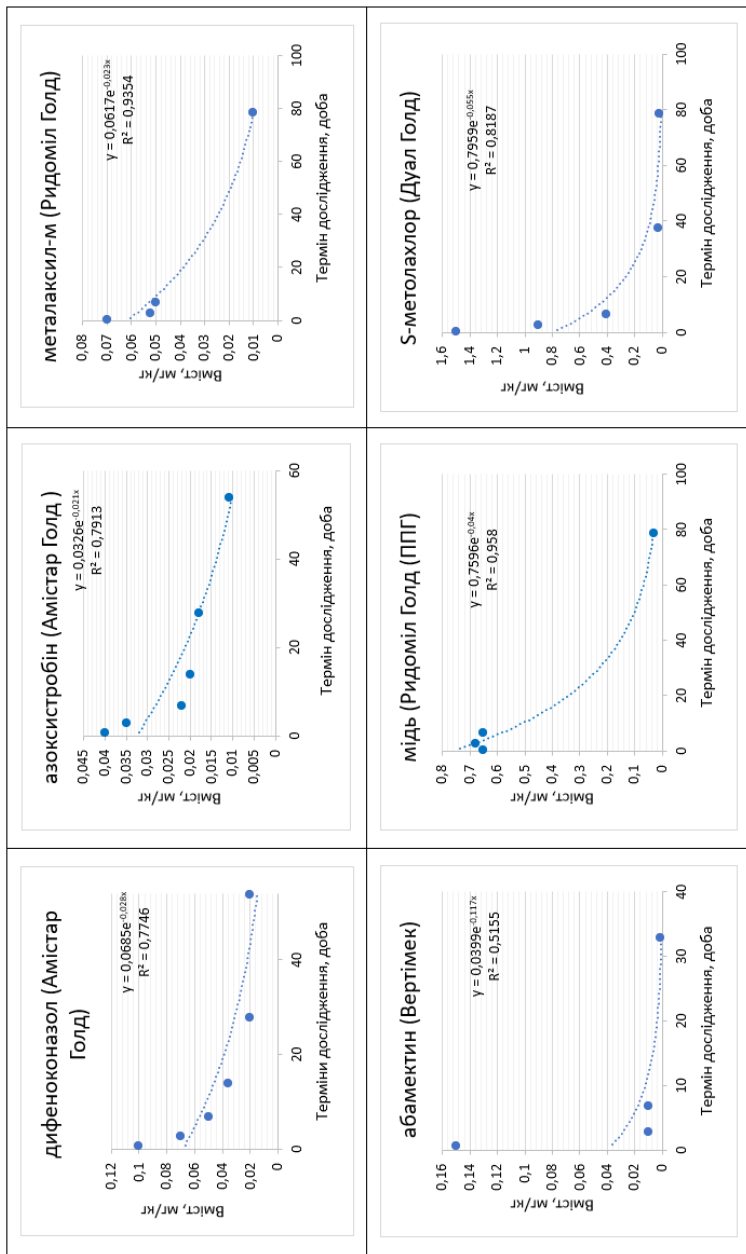
В подальші терміни дослідження концентрації фунгіцидів, інсектицидів і фунгіцидів поступово знижувались і при зборі врожаю ягідних та баштаних культур не виявляли (табл. 3, рис. 2а,б).

Таблиця 3

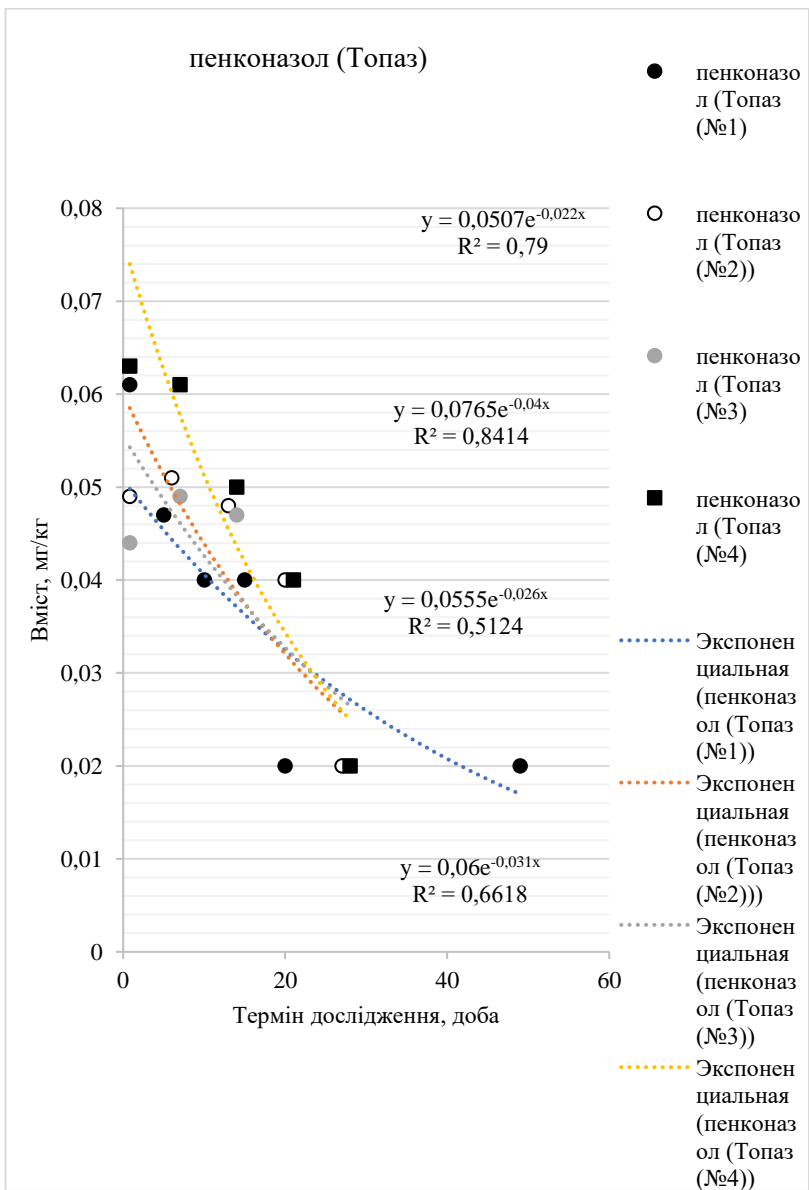
**Результати дослідження вмісту діючих речовин у пробах ґрунту при ранцевій обробці ягідних та баштаних культур ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )**

| Препарат, норма витрати, л(кг)/га                   | Діюча речовина | Вміст діючих речовин у ґрунті, мг/кг через: |               |               |               |             |
|---|----------------|---|---------------|---------------|---------------|-------------|
|   |                | 1 годину                                    | 3 доби        | 7 діб         | 14 діб        | День врожаю |
| <b>Фунгіциди</b>                                    |                |   |               |               |               |             |
| Амістар Голд, 12 мл на 5 л води/100 м <sup>2</sup>  | дифеноконазол  |   | 0,021 ± 0,004 | < 0,02*       | -             | < 0,02*     |
|   | азокси-стробін | 0,041 ± 0,008                               | 0,035 ± 0,005 | 0,022 ± 0,005 | -             | < 0,01*     |
| Топаз (№ 1), 15 мл на 10 л води/100 м <sup>2</sup>  | пенконазол     | 0,05 ± 0,013                                | -             | 0,05 ± 0,011  | 0,04 ± 0,011  | < 0,005*    |
| Топаз(№ 2) , 15 мл на 10 л води/100 м <sup>2</sup>  | пенконазол     | 0,04 ± 0,009                                | -             | 0,051 ± 0,001 | 0,048 ± 0,008 | < 0,005*    |
| Топаз (№ 3) , 15 мл на 10 л води/100 м <sup>2</sup> | пенконазол     | 0,04 ± 0,001                                | -             | 0,04 ± 0,009  | 0,04 ± 0,007  | < 0,005*    |
| Топаз (№ 4) , 15 мл на 10 л води/100 м <sup>2</sup> | пенконазол     | 0,05 ± 0,013                                | -             | 0,04 ± 0,011  | 0,04 ± 0,01   | < 0,005*    |
| Ридоміл Голд, 50 г на 5 л води/ 100 м <sup>2</sup>  | металаксил-М   | 0,06 ± 0,01                                 | < 0,05*       | < 0,05*       | -             | < 0,05*     |
|   | хлорокис міді  | 0,63 ± 0,02                                 | 0,67 ± 0,01   | 0,64 ± 0,01   | -             | 0,15 ± 0,01 |
| <b>Гербициди</b>                                    |                |   |               |               |               |             |
| Дуал Голд, 16 мл на 5 л води/100 м <sup>2</sup>     | S-метолахлор   | 1,6 ± 0,1                                   | 0,76 ± 0,13   | 0,45 ± 0,04   | -             | < 0,02*     |
| <b>Інсектициди</b>                                  |                |   |               |               |               |             |
| Вертімек, 10 мл на 5 л води/100 м <sup>2</sup>      | абамектин      | 0,015 ± 0,001                               | < 0,01*       | < 0,01*       | -             | < 0,01*     |

**Примітки:** 1) «\*» – нижче межі кількісного визначення в ґрунті (табл. 2); 2) «-» – дослідження не проводили.



**Рис. 2а. Динаміка деградації досліджуваних пестицидів у ґрунті, при їх застосуванні на ягідних і баштанних культурах**



**Рис. 26.** Динаміка деградації досліджуваних пестицидів у ґрунті, при їх застосування на ягідних і баштаних культурах



Результати натурних досліджень щодо вмісту досліджуваних пестицидів у ґрунті аналізували за допомогою методу математичного моделювання використавши експоненціальну модель<sup>8</sup>. Для досліджуваних д.р. були розраховані константи швидкості руйнації (k), періоди напівруйнації (T<sub>50</sub>), які використані для прогнозу їх стійкості та небезпечності. Процеси руйнації у всіх випадках підкорялись експоненційній залежності (табл. 4).

Таблиця 4

**Рівняння для обчислення параметрів стійкості пестицидів у ґрунті**

|  |  |
|--|--|
| $M_t = M_0 \times e^{-kt}$ $\ln M_t = \ln M_0 - kt$  | $-k = \frac{n \sum_{s=1}^n x_s y_s - \sum_{s=1}^n x_s \sum_{s=1}^n y_s}{n \sum_{s=1}^n x_s^2 - \left( \sum_{s=1}^n x_s \right)^2}$ |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• M<sub>t</sub> – концентрація речовини в момент часу t, мг/кг</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• n – кількість вимірювань;</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• M<sub>0</sub> – вихідна концентрація речовини, мг/кг</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• x – час після останньої обробки, доба;</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• k – константа швидкості руйнації, доба<sup>-1</sup></li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• y – натуральний логарифм концентрації пестициду у ґрунті в момент часу x.</li> </ul>      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• t – час після останньої обробки доба</li> </ul>                         |  |

В результаті математичного моделювання отримані кінетичні рівняння, які дозволяють моделювати поведінку досліджуваних діючих речовин у ґрунті (табл. 5). Значення коефіцієнту детермінації знаходилось в діапазоні від 0,7274 до 0,9955, що свідчить про адекватність обраної експоненційної моделі.

Отримані параметри стійкості досліджуваних діючих речовин наведено в таблиці 6. Діючі речовини азоксистробін, пенконазол, металаксил-М розклались у ґрунті з T<sub>50</sub> в діапазоні 31–60 діб, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – 11–30 діб, абамектин – менше 11 діб. Відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98<sup>9</sup> азоксистробін, пенконазол, металаксил-М належать до II класу, дифеноконазол, мідь, S-метолахлор – до III класу, абамектин – IV класу небезпечності.

<sup>8</sup> Generic guidance for Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. 2011. EU. URL: [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)

<sup>9</sup> ДСанПіН 8.8.1.002-98. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: Затв. 28.08.98. Київ : МОЗ України. 1998. 20 с.

**Кінетичні рівняння швидкості деградації досліджуваних  
пестицидів після їх застосування на ягідних  
та баштанних культурах**

| Препарат    | Діюча речовина | Кінетичне рівняння      | Коефіцієнт детермінації (R <sup>2</sup> ) |
|-------------|----------------|-------------------------|---|
| Фунгіциди   |                |                         |   |
| Амістар     | дифенконазол   | $y = 0,0685e^{-0,028x}$ | 0,7564                                    |
| Голд        | азоксистробін  | $y = 0,032e^{-0,021x}$  | 0,8509                                    |
| Топаз       | пенконазол     | $y = 0,0765e^{-0,04x}$  | 0,8493                                    |
| Ридоміл     | металаксил-М   | $y = 0,0617e^{-0,023x}$ | 0,9855                                    |
| Голд        | мідь           | $y = 0,7596e^{-0,04x}$  | 0,9955                                    |
| Гербициди   |                |                         |   |
| Дуал Голд   | S-метолахлор   | $y = 0,7959e^{-0,055x}$ | 0,8263                                    |
| Інсектициди |                |                         |   |
| Вертімек    | абамектин      | $y = 0,0399e^{-0,117x}$ | 0,7274                                    |

Порівняльний аналіз отриманих результатів та показників стійкості в країнах ЄС показав, що у більшості випадків стійкість аналізованих груп пестицидів у ґрунті співпадає з результатами аналізу T<sub>50</sub> у країнах ЄС і розходження у даному показнику стійкості не достовірні (p > 0,05) (табл. 6).

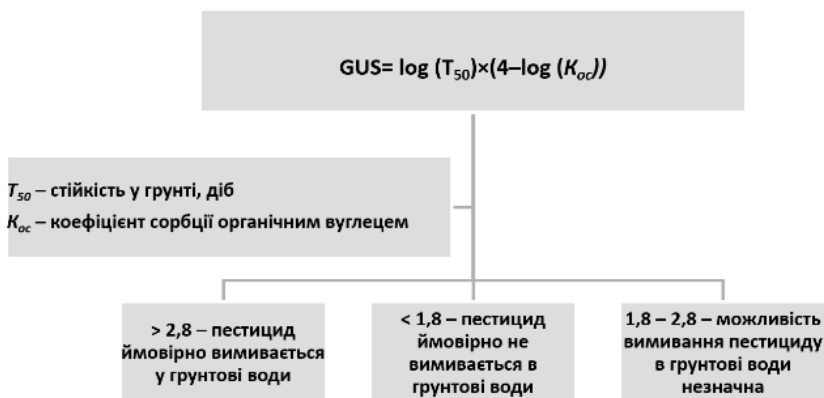
## 2. Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води та оцінка ризику для населення

Прогнозування можливості міграції пестицидів у ґрунтові води проведено за показником GUS (індекс потенційного вимивання) розраховували за формулою, наведеною на рис. 3 (табл. 6), а також за показником SCI-GROW (скринінг концентрації в ґрунтових водах)<sup>10</sup>. Розрахунок показника SCI-GROW здійснювали за допомогою програми SG2.3 (табл. 7)<sup>11</sup>.

Аналіз отриманих результатів (табл. 6) показав, що за показником GUS більшість досліджуваних пестицидів ймовірно не вимивають з ґрунту або мають незначні ймовірності вимивання, за виключенням металаксилу-М, який ймовірно вимивається з ґрунту.

<sup>10</sup> Initial Tier Screening of Pesticides for Ground Water Concentrations Using the SCI-GROW Model / EPA. URL: <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/#scigrow>.

<sup>11</sup> SCI-GROW (Screening Concentration In GROund Water) / Water Models / Pesticides: Science and Policy / US EPA. URL: <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/index.htm#scigrow>



**Рис. 3. Прогнозування поведінки досліджуваних фунгіцидів у системі «ґрунт – ґрунтові води» на показником GUS (індекс потенційного вимивання)**

Таблиця 6

**Стійкість досліджуваних діючих речовин у ґрунті та ймовірність їх вимивання в ґрунтові води**

| Діюча речовина | $K_{oc}$ | $T_{50}$ , діб (Україна) | $T_{50}$ , діб (країни ЄС) | GUS          | Оцінка можливості вимивання пестициду у ґрунтові води |
|----------------|----------|--------------------------|----------------------------|--------------|---|
| Дифеноконазол  | 3760     | 24,77 ± 1,65             | 91,8 (20–265)*             | 0,59 ± 0,01  | ймовірно не вимивається                               |
| Азоксистробін  | 589      | 32,85 ± 1,75             | 180,7 (20,9–261,9)*        | 1,86 ± 0,03  | незначна  |
| Пенконазол     | 2205     | 30,94 ± 2,58             | 89,7 (67–115)*             | 0,96 ± 0,03  | ймовірно не вимивається                               |
| Металаксил-М   | 78,9     | 31,14 ± 0,76             | 14,1 (9,3–30,9)*           | 3,14 ± 0,02  | ймовірно вимивається                                  |
| Хлорокис міді  | 1000     | 12,94 ± 1,17             | 0,1 (> 10,0)*              | 1,10 ± 0,07  | ймовірно не вимивається                               |
| S-метолахлор   | 200,2    | 12,70 ± 0,19             | 23,17 (3,55–55,7)*         | 1,87 ± 0,01  | незначна  |
| Абамектин      | 6631     | 5,89 ± 0,03              | 1,0 (1,0–1,8)*             | 0,14 ± 0,001 | ймовірно не вимивається                               |

**Примітки:** 1)  $K_{oc}$  – коефіцієнт сорбції органічним вуглецем; 2)  $T_{50}$  – період напівруйнування пестицидів в ґрунті за результатами власних досліджень; 3) GUS – індекс потенційного вимивання; 4) «\*» – розходження не достовірні за критерієм Стюдента (t) при  $p > 0,05$ .

Таблиця 7  
**Величини скринінг концентрацій досліджуваних пестицидів в ґрунтових водах (SCI-GROW),  
при їх застосуванні в умовах приватних господарств**

| Діюча речовина | Дифено-коназол  | Азоксистро-бін         | Пенко-назол            | Металаксил-М           | Хлорокис міді          | S-метолахлор           | Абамектин              |
|----------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                |   |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| Препарат       | Амістар Голд  | Амістар Голд           | Топаз                  | Ридоміл Голд           | Ридоміл Голд           | Дуал Голд              | Вертімек               |
| культура       | полуниця  | полуниця               | чорна сморо-дина       | кавун                  | кавун                  | кавун                  | полуниця               |
| SCI-GROW *     | $3,73 \times 10^{-03}$  | $2,07 \times 10^{-02}$ | $1,69 \times 10^{-03}$ | $7,16 \times 10^{-02}$ | $2,86 \times 10^{-02}$ | $7,21 \times 10^{-02}$ | $1,98 \times 10^{-04}$ |
| SCI-GROW **    | $1,63 \times 10^{-02}$  | $3,83 \times 10^{-01}$ | $3,02 \times 10^{-02}$ | $8,40 \times 10^{-02}$ | $2,84 \times 10^{-06}$ | $1,01 \times 10^{01}$  | -                      |
| SCI-GROW *     | (мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах України                   |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| SCI-GROW **    | (мкг/л) при нормі витрати 1 кг/га, результати, отримані в ґрунтово-кліматичних умовах країн ЄС (за даними PPDB) |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
| МНВ            | максимальна норма витрати діючої речовини, кг/га при максимальній кількості обробок                             |                        |                        |                        |                        |                        |                        |

Результати обчислень величин SCI-GROW досліджуваних діючих речовин, а також порівняльний аналіз отриманих величин з аналогічними показниками, отриманими в умовах застосування в країнах ЄС наведено в таблиці 7. Показано, що у більшості випадків показник SCI-GROW на порядок нижче при застосуванні пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України.

Величина SCI-GROW була використана нами для оцінки ризику для населення (табл. 7) з використанням методики оцінки ризику запропонованої фахівцями Інституту гігієни та екології НМУ імені О. О. Богомольця<sup>12</sup>.

Комплексна оцінка ризику небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту в ґрунтові води для населення, за умови їх застосування в приватному секторі, показала наявні величини ризику на 3–6 порядків нижче припустимого і знаходяться в межах від  $4,46 \times 10^{-06}$  для абамектину до  $2,77 \times 10^{-03}$  – для S-метолахлору.

Таблиця 8

**Комплексна оцінка ризику небезпечного впливу пестицидів при їх вимиванні з ґрунту в ґрунтові води, за умови їх застосування в приватному секторі**

| Препарат        | Діюча речовина | N     | ММДНВ                  | ДДД    | ДДН  | ДДНВ | P                      |
|-----------------|----------------|-------|------------------------|--------|------|------|------------------------|
| Фунгіциди       |                |       |                        |        |      |      |                        |
| Амістар<br>Голд | дифеноконазол  | 0,15  | 0,001679               | 0,002  | 120  | 24   | $6,99 \times 10^{-05}$ |
|                 | азоксистробін  | 0,15  | 0,009315               | 0,03   | 1800 | 360  | $2,59 \times 10^{-05}$ |
| Топаз           | пенконазол     | 0,04  | 0,000455               | 0,007  | 420  | 84   | $5,41 \times 10^{-06}$ |
| Ридоміл<br>Голд | металаксил-М   | 0,10  | 0,02148                | 0,03   | 1800 | 360  | $5,97 \times 10^{-05}$ |
|                 | хлорокис міді  | 0,705 | 0,049914               | 0,05   | 3000 | 600  | $8,32 \times 10^{-05}$ |
| Гербіцид        |                |       |                        |        |      |      |                        |
| Дуал<br>Голд    | S-метолахлор   | 1,536 | 0,332237               | 0,01   | 600  | 120  | $2,77 \times 10^{-03}$ |
| Інсектицид      |                |       |                        |        |      |      |                        |
| Вертітек        | абамектин      | 0,018 | $1,07 \times 10^{-05}$ | 0,0002 | 12   | 2,4  | $4,46 \times 10^{-06}$ |

**Примітки:** N – максимальна норма витрати пестициду, з урахуванням кратності обробок, кг(л)/га; ММДНВ – максимальне можливе добове надходження пестициду з водою, мг/кг; ДДД – допустима добова доза пестициду, мг/кг; ДДН – допустиме добове надходження пестициду, мг/кг; ДДНВ – допустиме добове надходження пестициду з водою.

<sup>12</sup> Вавріневич О. П., Антоненко А. М., Омельчук С. Т., Коршун М. М. Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду Пат. 105429 UA, МПК А61В 10/00 (2016.01); Заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. № у 2015 06528 ; заявл. 03.07.2015 ; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4 с.

Оцінка ризику для населення проведена в інших країнах показала, що залишкові кількості стійких пестицидів визначаються у воді. Проте потенційний ризику для здоров'я населення не перевищував одиниці, що вказувало на незначний ризик для здоров'я<sup>13</sup>.

## ВИСНОВКИ

За результатами власних натурних досліджень пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України та порівняльного аналізу отриманих результатів з результатами досліджень виконаних в країнах ЄС встановлено, що більшість пестицидів рекомендованих до застосування в приватних господарствах на ягідних та баштаних культурах є нестійкими або помірно стійкими у ґрунті, за винятком азоксистробін, пенконазол, металаксил-М, які є стійкими у ґрунті. Більшість досліджуваних пестицидів ймовірно не вимивають з ґрунту або мають незначні ймовірність вимивання, за виключенням металаксилу-М, який ймовірно вимивається з ґрунту. Потенційний ризик для здоров'я населення при споживанні ґрунтових вод є незначним.

## АНОТАЦІЯ

Питання безпечності ґрунтових вод при застосування пестицидів в особистих господарствах при вирощуванні сільськогосподарських культур є особливо актуальним на території України. Оскільки близько 70 % населення сільської місцевості користується ґрунтовими водами для питних потреб. Отримані результати слід використовувати при вирішенні питання здійснення моніторингу залишків пестицидів у воді водойм, що використовуються для питних потреб.

## Література

1. Braschi I., Blasioli S., Lavrnić S., Buscaroli E., Di Prodi K., Solimando D., Toscano A. Removal and fate of pesticides in a farm constructed wetland for agricultural drainage water treatment under Mediterranean conditions (Italy). *Environmental science and pollution research international*. 2022. № 29 (5). P. 7283–7299. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16033-4>

2. Закон «Про систему громадського здоров'я» від 6 вересня 2022 р. № 2573-IX. *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>(дата звернення: 21.05.2023).

---

<sup>13</sup> Kruć-Fijałkowska R, Dragon K, Drożdżyński D, Górski J. Seasonal variation of pesticides in surface water and drinking water wells in the annual cycle in western Poland, and potential health risk assessment. *Sci Rep*. 2022. № 12 (1). P. 3317. Published 2022 Feb 28. DOI: 10.1038/s41598-022-07385-z

3. Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>(дата звернення: 21.05.2023).

4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 року за № 452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22#Text> (дата звернення: 21.05.2023).

5. Tóth E., Tölgyesi Á., Simon A., Bálint M., Ma X., Sharma V. K. An Alternative Strategy for Screening and Confirmation of 330 Pesticides in Ground- and Surface Water Using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2022. № 27 (6). P. 1872. <https://doi.org/10.3390/molecules27061872>

6. Tóth E., Tölgyesi Á., Simon A., Bálint M., Ma X., Sharma V. K. An Alternative Strategy for Screening and Confirmation of 330 Pesticides in Ground- and Surface Water Using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2022. № 27 (6). P. 1872. <https://doi.org/10.3390/molecules27061872>

7. Md. Khalid Hasan, Abrar Shahriar, Kudrat Ullah Jim Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*. 2019. Vol. 5. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02145>

8. PPDB: Pesticide Properties Data Base. URL: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>.

9. Generic guidance for Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. 2011. EU. URL: [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/projects\\_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticssc\\_1\\_0\\_Nov23.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/projects_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticssc_1_0_Nov23.pdf)

10. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.002-98 : затв. 28.08.98. Київ : М-во охорони здоров'я України, 1998. 20 с.

11. Initial Tier Screening of Pesticides for Ground Water Concentrations Using the SCI-GROW Model / EPA. <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/#scigrow>.

12. SCI-GROW (Screening Concentration In GROund Water) / Water Models / Pesticides: Science and Policy / US EPA. URL: <http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/index.htm#scigrow>

13. Ваврінович О. П., Антоненко А. М., Омельчук С. Т., Коршун М. М. Спосіб комплексної оцінки ризику негативного впливу на організм людини пестицидів при їх вимиванні у воду Пат. 105429 UA, МПК А61В

10/00 (2016.01); Заявник та патентовласник Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. № и 2015 06528 ; заявл. 03.07.2015 ; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6. 4с.

**Information about the authors:**

**Bilous Olha Serhiivna,**

<https://orcid.org/0000-0003-2230-9642>

Postgraduate Student at the Department of Emergency Medicine  
and Tactical Medicine

Bogomolets National Medical University

34, Beresteyskyi (Peremohy) ave., Kyiv, 03100, Ukraine

**Vavrinevych Olena Petrivna,**

<https://orcid.org/0000-0002-4871-0840>

Doctor of Medical Sciences,

Professor at the Department of Hygiene and ecology № 1

Bogomolets National Medical University

34, Beresteyskyi (Peremohy) ave., Kyiv, 03100, Ukraine